

**ANALISIS KEAMANAN PRODUK TAHU MENGGUNAKAN  
METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN  
*HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINTS* (HACCP)**

**PADA UKM TAHU MBAH JOYO**

**SKRIPSI**

**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**REALITA PRODEA**

**NIM. 175060701111028**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KEAMANAN PRODUK TAHU MENGGUNAKAN  
METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN  
*HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINTS* (HACCP)  
PADA UKM TAHU MBAH JOYO**

**SKRIPSI**

**TEKNIK INDUSTRI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**REALITA PRODEA**  
**NIM. 175060701111028**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 13 Juli 2021

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Oke Oktavianthy, S.Si., MT.**  
**NIK. 2011027810082001**

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya**



**Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D**  
**NIP. 197411152006041002**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat serta karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul “ANALISIS KEAMANAN PRODUK TAHU MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINTS* (HACCP) PADA UKM TAHU MBAH JOYO” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak hambatan yang dihadapi oleh penulis dalam penulisan skripsi ini, namun berkat dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
2. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Oke Oktavianty, S.Si., MT. selaku dosen pembimbing, penulis berterimakasih atas masukan, arahan, motivasi, semangat, ilmu dan nasehat yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis.
4. Bapak Marudut Sirait, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang selalu memberikan bimbingan dan arahan terhadap kegiatan akademik maupun non akademik kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen dan staff jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis.
6. Kedua orang tua tercinta, Bapak Jatmiko Rahayu dan Ibu Wiwiek Ambar Wahyuni atas dukungan, doa, nasehat, motivasi dan kasih sayang yang tak terbatas, serta segala bantuan demi memberikan pendidikan yang terbaik kepada penulis.
7. Kakak-kakak tercinta, Sabrina Aprilisa Martha dan Gita Religia atas dukungan doa dan semangat yang selalu diberikan untuk pengerjaan skripsi dan penyelesaian studi dari penulis.
8. Bapak Harry Siswanto dan Bu Yain selaku pemilik UKM Tahu Mbah Joyo yang dengan ikhlas memberikan bimbingan dan bantuan untuk kelancaran penyelesaian skripsi.

9. Seluruh keluarga besar Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas yang telah memotivasi penulis dan selalu menjadi panutan penulis untuk memberikan usaha yang maksimal dalam segala kegiatan yang dilakukan, baik akademik maupun non-akademik.
10. Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2017 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, atas dukungan dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi. Beserta teman-teman terdekat yang telah berjuang bersama mulai dari awal masuk sebagai mahasiswa baru hingga penulis menyelesaikan studinya.

Penulis juga mengucapkan permohonan maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat dikembangkan lebih lagi dan bermanfaat bagi ilmu pengetahuan kedepannya.

Malang, Juni 2021

Penulis





## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	i
<b>DAFTAR ISI</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL</b>	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	vii
<b>RINGKASAN</b>	ix
<b>SUMMARY</b>	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
1.6 Asumsi Penelitian	6
1.7 Manfaat Penelitian	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Tahu	11
2.3 Kualitas	13
2.4 FMEA ( <i>Failure Mode Effect Analysis</i> )	15
2.4.1 Tahap FMEA ( <i>Failure Mode Effect Analysis</i> )	16
2.5 HACCP ( <i>Hazard Analysis Critical Control Points</i> )	19
2.5.1 Pengelompokan Bahaya dan Kategori Risiko	21
2.5.2 Klasifikasi Bahaya HACCP	22
2.5.3 Langkah-langkah HACCP	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	29
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3 Langkah-langkah Penelitian	29
3.3.1 Tahap Pendahuluan	29
3.3.2 Tahap Pengumpulan data	30
3.3.3 Tahap Pengolahan Data	31
3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan	33

3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	34
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	37
4.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	37
4.1.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	38
4.1.2 Visi dan Misi .....	38
4.1.3 Deskripsi Produk .....	39
4.1.4 Proses Produksi .....	40
4.2 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	45
4.2.1 Pengiriman dan Penerimaan Kedelai dari Pemasok .....	49
4.2.2 Perendaman Kedelai .....	52
4.2.3 Penggilingan Kedelai .....	59
4.2.4 Pemasakan Kedelai .....	68
4.2.5 Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu .....	72
4.2.6 Pengendapan Sari Tahu .....	77
4.2.7 Pencetakan dan Pendinginan Tahu .....	82
4.2.8 Pemotongan dan Penggorengan Tahu .....	87
4.2.9 Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar .....	97
4.3 Analisis Hasil FMEA .....	104
4.4 Penentuan Prioritas Risiko .....	105
4.5 Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP) .....	106
4.6 Penentuan Batas Kritis Bahaya .....	111
4.7 Rekomendasi Perbaikan .....	115
4.8 Penyusunan Sistem Pemantauan .....	125
4.9 Analisis dan Pembahasan .....	126
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	131
5.1 Kesimpulan .....	131
5.2 Saran .....	132
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Presentase Tahu yang Dikembalikan	4
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu dan Saat Ini	7
Tabel 2.2	Syarat Mutu Tahu Berdasarkan SNI	12
Tabel 2.3	Kriteria Mikrobiologi Tahu Berdasarkan SNI	12
Tabel 2.4	Skala Penilaian <i>Severity</i>	17
Tabel 2.5	Skala Penilaian <i>Occurrence</i>	17
Tabel 2.6	Skala Penilaian <i>Detection</i>	18
Tabel 2.7	Format Tabel FMEA	18
Tabel 2.8	Pengelompokan Bahaya	21
Tabel 2.9	Kategori Risiko	21
Tabel 2.10	Lembar Kerja HACCP	27
Tabel 3.1	Tabel FMEA	33
Tabel 4.1	Kriteria Penilaian <i>Severity</i> pada UKM	46
Tabel 4.2	Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> pada UKM	47
Tabel 4.3	Kriteria Penilaian <i>Detection</i> pada UKM	47
Tabel 4.4	Proses pada UKM Tahu Mbah Joyo	48
Tabel 4.5	Proses Pengiriman dan Penerimaan Kedelai dari Pemasok	50
Tabel 4.6	Proses Perendaman Kedelai	52
Tabel 4.7	Proses Penggilingan Kedelai	60
Tabel 4.8	Proses Pemasakan Kedelai	69
Tabel 4.9	Proses Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu	73
Tabel 4.10	Proses Pengendapan Sari Tahu	77
Tabel 4.11	Proses Pencetakan dan Pendinginan Tahu	82
Tabel 4.12	Proses Pemotongan dan Penggorengan Tahu	87
Tabel 4.13	Proses Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar	98
Tabel 4.14	RPN Pada Seluruh Proses	105
Tabel 4.15	RPN yang Telah Diurutkan	106
Tabel 4.16	<i>Critical Control Point</i> (CCP)	107
Tabel 4.17	Batas Kritis Bahaya	112
Tabel 4.18	<i>Checklist</i> Jadwal Pengurasan Bak Air	116
Tabel 4.19	Alat Pelindung Diri (APD) Pekerja	120
Tabel 4.20	Sistem Pemantauan	125



Halaman ini sengaja dikosongkan.



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Tingkat Produksi Tahu .....	2
Gambar 1.2	Beberapa Proses Pengolahan Tahu .....	3
Gambar 2.1	Pohon Keputusan .....	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 4.1	Struktur Organisasi UKM Tahu Mbah Joyo .....	38
Gambar 4.2	Varian Tahu (a) Tahu Putih, (b) Tahu Cokelat Setengah Jadi, dan (c) Tahu Cokelat Siap Konsumsi .....	39
Gambar 4.3	Pengiriman Tahu Menggunakan Motor .....	40
Gambar 4.4	Perendaman Kedelai .....	41
Gambar 4.5	Penggilingan Kedelai .....	41
Gambar 4.6	Pemasakan Kedelai .....	42
Gambar 4.7	Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu .....	42
Gambar 4.8	Pengendapan Sari Tahu .....	43
Gambar 4.9	Pencetakan Tahu .....	43
Gambar 4.10	Pendinginan Tahu .....	44
Gambar 4.11	Pemotongan Tahu .....	44
Gambar 4.12	Penggorengan Tahu .....	45
Gambar 4.13	Pengiriman Tahu ke Pasar .....	45
Gambar 4.14	Kondisi Perendaman Kedelai & Bak Air .....	53
Gambar 4.15	Kondisi Penggilingan Kedelai .....	61
Gambar 4.16	Kondisi Proses Masak Kedelai .....	69
Gambar 4.17	Kondisi Penyaringan Sari Kedelai .....	74
Gambar 4.18	Kondisi Pengendapan Sari Tahu .....	78
Gambar 4.19	Kondisi Proses Pencetakan dan Pendinginan Tahu .....	83
Gambar 4.20	Kondisi Pemotongan dan Penggorengan Tahu .....	90
Gambar 4.21	Kondisi Pengiriman Tahu .....	99
Gambar 4.22	Penutup Bak Penampungan Air .....	117
Gambar 4.23	Ilustrasi bak air (a) sebelum diberi penutup dan (b) setelah diberi penutup .....	117
Gambar 4.24	Langkah Proses Pengiriman Tahu .....	119
Gambar 4.25	Alat Pelindung Diri (APD) .....	121
Gambar 4.26	Gambaran Rak Tahu dengan Cover Kain .....	122

Gambar 4.27 Ilustrasi rak tahu (a) sebelum diberi cover kain dan (b) setelah diberi cover kain ..... 122

Gambar 4.28 Serok untuk Pengambilan Kedelai ..... 124





## RINGKASAN

**Realita Prodea**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2021, *Analisis Keamanan Produk Tahu Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) dan Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) Pada UKM Tahu Mbah Joyo*, Dosen Pembimbing: Oke Oktavianty.

UKM Tahu Mbah Joyo merupakan suatu unit usaha yang bergerak di bidang produksi pangan yaitu tahu yang berdiri sejak tahun 1947 di kota Salatiga. Pada kenyataannya, terdapat permasalahan terhadap produk tahu yang dikirimkan ke pedagang yang nantinya dijual. Tahu yang telah sampai di tangan pedagang sering kali dilakukan pengembalian ke pihak UKM, karena tahu yang diterima sudah tidak sesuai dengan standar mutu tahu, seperti penampakan tahu yang berlendir, berbau asam, dan terkadang ditemukan jamur pada permukaan. Dari kondisi tahu yang demikian, mengindikasikan bahwa tahu telah terkontaminasi. Kondisi pada proses produksi UKM Tahu Mbah Joyo menunjukkan bahwa dari pihak UKM belum memperhatikan kebersihan serta keamanan proses produksinya. Maka perlu dilakukan identifikasi penyebab serta solusi dari permasalahan tersebut.

Penelitian yang dilakukan terhadap UKM Tahu Mbah Joyo merupakan jenis penelitian deskriptif yang dilaksanakan selama bulan Agustus 2020 hingga Juni 2021. Terdapat lima tahap dalam pelaksanaan penelitian, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, serta tahap kesimpulan dan saran. Data dalam penelitian mencakup data primer dan sekunder yang diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP).

Penelitian diawali dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) yang dapat mengevaluasi kemungkinan terjadinya suatu kegagalan dari sistem atau proses untuk nantinya dapat dibuat langkah penanganan. Dari analisis FMEA ini akan dihasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan prioritas dari proses produksi yang perlu untuk segera dilakukan perbaikan. Hasil dari analisis FMEA menunjukkan nilai RPN tertinggi ada pada proses pengisian baskom rendaman kedelai dengan air bersih, yaitu sebesar 280. Metode yang digunakan selanjutnya adalah *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP) yang digunakan sebagai sistem pengendalian pada keamanan pangan yang bersifat preventif terhadap seluruh rantai pangan. Dengan metode ini, dilakukan penentuan *Critical Control Point* (CCP) dari proses produksi tahu yang ada pada UKM Tahu Mbah Joyo. Proses-proses CCP inilah yang akan dilakukan perbaikan. Dengan menggunakan *decision tree*, ditemukan 5 proses yang merupakan CCP, yaitu proses pengisian baskom rendaman kedelai dengan air bersih, proses memasukkan kedelai ke corong gilingan, proses pada saat sari kedelai mengalir dan masuk ke ember, proses mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman, dan proses pada saat melakukan pengiriman tahu. Prinsip HACCP selanjutnya adalah penentuan batas kritis bahaya. Dengan adanya batas kritis ini, bahaya-bahaya pada CCP dapat secara efektif dikendalikan. Batas kritis ini disusun berdasarkan beberapa pedoman yang telah resmi secara nasional. Dari proses-proses yang merupakan CCP yang telah diidentifikasi kegagalan setiap prosesnya, serta urutan prioritas yang dilihat dari nilai RPN, kemudian dilakukan rekomendasi perbaikan. Perbaikan yang diusulkan akan mendukung proses produksi yang ada terkendali dengan baik terhadap batas kritis yang telah ditentukan, sehingga dapat menghasilkan produk pangan yang aman untuk dikonsumsi. Sistem pemantauan juga dilakukan untuk menjamin bahwa proses yang merupakan CCP tetap dalam batas kendali.

**Kata Kunci:** tahu, FMEA, HACCP, identifikasi bahaya, titik kendali kritis





Halaman ini sengaja dikosongkan.



## SUMMARY

**Realita Prodea**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, June 2021, *Safety Analysis of Tofu Using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) on UKM Tahu Mbah Joyo*, Academic Supervisor: Oke Oktavianty.

*UKM Tahu Mbah Joyo is an enterprise of food production that produce tofu since 1947 in Salatiga. In the real life, there is a problem about the tofus that are sent to the market traders to be sold. The tofus often are returned back to the UKM, because of the condition of the tofus which are not up to quality standard of tofu, such as slimy tofus, tofus produce sour smell, and moldy tofus that are sometimes found. From the condition of the tofus, it indicates that tofus have been contaminated. The condition of the production process of UKM Tahu Mbah Joyo shows that this UKM has not concerned about the cleanliness and safety of the production process. Therefore, it is important to do the causes and solutions identification from the problem.*

*The research conducted on UKM Tahu Mbah Joyo is a type of descriptive research, carried out by August 2020 to June 2021. There are five stages in the implementation of the research, those are preliminary, data collection, data processing, analysis and discussion, and the last, conclusion and suggestion. The data in this study are primary and secondary data, obtained from real observation and interview. Data processing is done by using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) methods.*

*The study begins by using the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method which can evaluate the possibility of a failure of the system or process so that improvement can be made. From this FMEA analysis, a Risk Priority Number (RPN) value will be generated, which it shows the priority of the production process that needs to be improved immediately. The result of FMEA analysis shows that the highest RPN value is in the process of filling the soybean soaking basin with clean water, which is 280. The next method is Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) which is used as a preventive food safety control system for the entire food chain. With this method, the Critical Control Point (CCP) is determined from the tofu production process in UKM Tahu Mbah Joyo. Processes that are identified as CCP will be improved. By using decision tree, 5 processes are found as CCP. All of them are the process of filling the soybean soaking basin with clean water, the process of putting soybeans into the mill funnel, the process when the soy juice flows into the bucket, the process of letting the tofu cool overnight, and the process of delivering the tofus. The next HACCP principle is determine the critical hazard limit. With this critical limit, the hazards that are found in CCP processes can be effectively controlled. This critical limit is based on several guidelines that have been nationally authorized. From the processes that are determined as CCP, the failure of each process has been identified, as well as the order of priority as seen from the RPN value, then recommendations for improvement are made. The proposed improvements will support the existing production process to be well controlled by the critical limits, so that the process can produce foods that are safe for consumption. A monitoring system is also carried out to ensure that the processes that are determined as CCP remain within control limits.*

**Keywords:** *tofu, FMEA, HACCP, hazard identification, critical control point*





Halaman ini sengaja dikosongkan.



## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai hal-hal yang menjadi latar belakang mengapa penelitian ini dilakukan, identifikasi dari permasalahan yang ada pada penelitian, perumusan masalah dalam penelitian, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian, dan juga batasan, asumsi, serta manfaat penelitian.

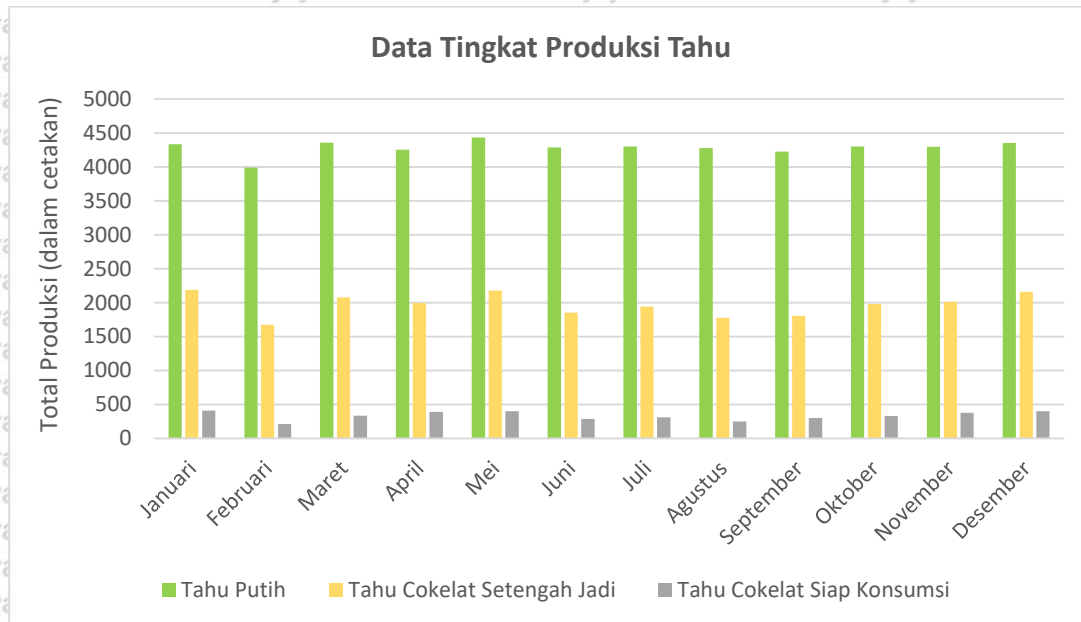
### 1.1 Latar Belakang

Persaingan ketat pada dunia industri kini menuntut unit usaha maupun perusahaan yang ada di dalamnya untuk dapat melakukan pengembangan serta perbaikan berkelanjutan dengan tujuan jasa ataupun produk yang ditawarkan tetap bertahan di tengah maraknya industri yang kompetitif saat ini. Dengan adanya perkembangan teknologi yang kian melesat pada masa sekarang, tentunya dapat membantu perusahaan untuk melakukan pengembangan terhadap produk dihasilkan, terutama dalam peningkatan kualitas produk. Dapat diketahui bahwa makanan serta minuman adalah kebutuhan mendasar manusia. Sangat penting bagi industri yang berfokus dalam produksi makanan dan minuman untuk menjaga serta meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Makanan dan minuman hasil produksi ini harus memiliki jaminan mutu yang terpercaya yang bertujuan untuk memastikan bahwa keamanan kesehatan konsumen tetap terjaga dengan baik, dimana konsumen dapat terhindar dari segala penyakit yang dapat ditimbulkan dari makanan ataupun minuman yang kurang terjaga kualitasnya. Pemerintah Indonesia sendiri telah memberlakukan peraturan yang ditujukan untuk produsen serta konsumen. Salah satunya adalah yang tertulis dalam Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2004 yang mengatur mengenai keamanan pangan, mutu yang harus dipenuhi oleh pangan, dan gizi pangan.

Tahu merupakan makanan yang sering ditemui oleh masyarakat Indonesia, yaitu sebagai lauk maupun camilan. Tahu berasal dari bahan baku kacang kedelai yang difermentasikan dan diolah (Fitri, 2013). Tahu dijadikan makanan untuk perbaikan gizi karena didalamnya terkandung mutu protein nabati yang maksimal (Ida, 2015). Mutu tahu yang baik ditunjukkan dengan teksturnya yang lembut, empuk, saat dimakan terasa halus, dan tahu berasa netral. Tahu yang mudah rusak, berasa asam serta berlendir menandakan tahu memiliki kualitas atau mutu yang rendah. Cara dalam mengolah tahu serta metode dalam

penjagaan keamanan pengolahan produk agar pada akhirnya aman untuk dikonsumsi oleh konsumen merupakan poin penting yang harus diperhatikan oleh produsen.

UKM Tahu Mbah Joyo merupakan suatu usaha yang memproduksi tahu. Tahu yang dihasilkan pada UKM ini terdiri dari 3 jenis tahu, yaitu tahu putih, tahu cokelat setengah jadi, dan tahu cokelat yang siap konsumsi. Jika dilihat dari tingkat produksinya pada tahun 2019, tahu putih merupakan jenis tahu yang paling tinggi diproduksi oleh UKM Tahu Mbah Joyo. Gambar 1.1 merupakan data produksi dari ketiga jenis tahu.



Gambar 1.1 Data Tingkat Produksi Tahu  
Sumber: UKM Tahu Mbah Joyo (2019)

Kegiatan produksi tahu pada UKM ini dilaksanakan setiap hari. Waktu produksi dimulai dari pukul 07.00 hingga 21.00. Tahu yang dihasilkan kemudian diantar dan dijual pada pedagang-pedagang yang ada di pasar kota Salatiga. Pengiriman tahu ke pedagang pasar juga dilakukan setiap harinya. Sistem penjualan tahu dari UKM merupakan sistem penitipan, dimana tahu-tahu yang sudah siap jual dititipkan pada pedagang di pasar untuk nantinya dijualkan pada konsumen akhir. Selain pedagang, pada umumnya konsumen yang berada di daerah sekitar UKM ini juga membeli tahu secara langsung dengan mendatangi rumah produksi. Namun pada saat tahu sampai ke pedagang, tahu yang dihasilkan oleh UKM Tahu Mbah Joyo beberapa kali dikembalikan ke pihak UKM. Tahu yang dikembalikan merupakan jenis tahu putih yang sudah tidak sesuai dengan standar mutu tahu secara penampakannya, yaitu berlendir, berbau asam, dan terkadang ditemukan jamur pada permukaan, dimana seharusnya mutu tahu yang baik berdasarkan SNI 3142:2018 adalah dalam keadaan normal tidak berlendir dan tidak berjamur, serta baunya normal.



Terdapat serangkaian proses pengolahan tahu yang dilakukan oleh UKM Tahu Mbah Joyo, mulai dari pemasokan kedelai sebagai bahan baku hingga pengiriman tahu kepada pedagang pasar, yaitu sebagai berikut.

1. Proses pengantaran kedelai dari pasar ke rumah produksi
2. Proses perendaman kedelai
3. Proses penggilingan kedelai
4. Proses masak kedelai
5. Proses penyaringan (antara sari dengan ampas tahu)
6. Proses pengendapan sari tahu
7. Proses pencetakan tahu
8. Proses pendinginan tahu
9. Proses pemotongan tahu
10. Proses penggorengan tahu (untuk tahu cokelat)
11. Proses pengiriman tahu ke pedagang pasar



Gambar 1.2 Beberapa Proses Pengolahan Tahu

Dalam seluruh proses pengolahan tahu ini, UKM Tahu Mbah Joyo belum menerapkan pengecekan terhadap setiap proses yang dilakukan sesuai dengan standar tertentu. Jika dilihat pula pada observasi awal di tempat produksi, UKM Tahu Mbah Joyo juga belum begitu memperhatikan keamanan dan kebersihan dari pekerja serta peralatan yang digunakan untuk memproduksi tahu. Dengan tidak adanya pengecekan dan kurangnya perhatian dalam segi keamanan dan kebersihan proses pengolahan, sangat memungkinkan untuk terjadi kontaminasi bakteri atau jamur. Di samping itu, proses pengiriman tahu ke pasar juga dapat mempengaruhi kondisi dari tahu, disebabkan dalam pengirimannya tahu hanya ditaruh di dalam ember atau cetakan terbuka yang diantarkan menggunakan motor atau mobil. Belum adanya implementasi *food safety* yang baik pada seluruh proses pengolahan tahu pada UKM ini merupakan penyebab tahu yang sampai pada pedagang sudah tidak sesuai standar mutu tahu hingga pada akhirnya tahu dikembalikan lagi ke pihak UKM. Tabel 1.1 merupakan data



presentase tingkat pengembalian tahu pada UKM Tahu Mbah Joyo di tahun 2019 yang dibandingkan dengan total jumlah pengiriman tahu pada tiap bulannya.

Tabel 1.1  
Data Presentase Tahu yang Dikembalikan

Bulan	Tingkat Presentase Tahu yang Dikembalikan dibandingkan Total Tahu yang Dikirimkan
Januari	3,09%
Februari	2,86%
Maret	2,98%
April	3,01%
Mei	3,11%
Juni	2,85%
Juli	2,86%
Agustus	3,27%
September	2,82%
Oktober	2,79%
November	3,00%
Desember	2,90%

Sumber: UKM Tahu Mbah Joyo (2019)

Data yang dipaparkan pada Tabel 1.1 merupakan data dari pengembalian tahu yang murni hanya disebabkan oleh kualitas tahu yang sudah tidak sesuai standar ketika telah sampai di tangan pedagang, yaitu tahu yang sudah terkontaminasi bakteri yang ditunjukkan dengan penampakannya yang berlendir dan berbau asam. Pada kondisi standarnya, tahu mulai berlendir kurang lebih dua hari setelah tahu tersebut selesai diproduksi dalam suhu ruang. Namun pada kasus pengembalian tahu dari pedagang ini, pedagang menemukan tahu yang telah berlendir di hari yang sama saat pengiriman, yang mana tahu yang dikirimkan merupakan tahu yang baru diproduksi di hari itu juga. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat permasalahan pada proses pengolahan tahu dari pihak UKM Tahu Mbah Joyo yang membuat kualitas tahu menjadi kurang baik dan tidak sesuai standar.

Dari permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, UKM Tahu Mbah Joyo perlu untuk melakukan perbaikan dari segi *food safety* atau keamanan pangannya. Hal ini diperlukan agar pada setiap proses pengolahan hingga pengiriman tahu dapat terjaga kebersihan dan keamanannya, sehingga pada akhirnya dapat menghasilkan tahu dengan kualitas maksimal dan sesuai dengan standar yang ada. Metode yang dapat berfungsi untuk mengatasi permasalahan keamanan dari seluruh proses produksi tahu ini diantaranya adalah dengan menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Pendekatan FMEA digunakan dalam pengelolaan proses pada sistem produksi agar nantinya dapat lebih efektif dan efisien (Surya dkk, 2016).



Kemungkinan terjadinya suatu kegagalan pada proses atau sistem dapat dievaluasi melalui FMEA dengan membuat langkah penanganan dari kemungkinan kegagalan tersebut. Penilaian bahaya serta penentuan sistem pengendalian dilakukan dengan menggunakan metode HACCP (Muhandri & Kadarisman, 2018). HACCP berhubungan dengan kualitas produk, terutama produk pangan, yang melalui pengendalian proses produksi untuk nantinya diaplikasikan pada seluruh rantai pangan. Kedua metode ini diperlukan bagi UKM Tahu Mbah Joyo untuk dapat menjaga serta mengendalikan keamanan proses produksi tahu. Diharapkan tahu hasil produksi dari UKM Tahu Mbah Joyo dapat aman untuk dikonsumsi ketika sampai di tangan konsumen akhir, serta meminimalisir tingkat pengembalian tahu dari pedagang pasar dengan dihasilkannya tahu yang memiliki kondisi sesuai standar.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka identifikasi masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Pedagang pasar melakukan pengembalian tahu yang dihasilkan oleh UKM Tahu Mbah Joyo dan dari pihak UKM belum menganalisis lebih lanjut terkait upaya pencegahan atau perbaikan untuk mengurangi tingkat pengembalian tahu.
2. Observasi di awal menunjukkan bahwa terdapat potensi bahaya atau *hazard* pada proses pengolahan tahu yang dapat mempengaruhi kualitas tahu yang dihasilkan

## 1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana identifikasi dari keamanan produk tahu yang dihasilkan dengan menggunakan pendekatan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)?
2. Bagaimana identifikasi terkait proses kritis atau *critical process* dengan menggunakan *Critical Control Point* (CCP) yang ada pada metode HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*)?
3. Bagaimana rekomendasi perbaikan yang bisa diberikan kepada UKM Tahu Mbah Joyo?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi keamanan dari produk tahu yang dihasilkan menggunakan pendekatan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*).



2. Mengidentifikasi *critical process* atau proses kritis menggunakan *Critical Control Point* (CCP) yang ada pada metode HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*).
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi tingkat pengembalian tahu.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Pengamatan pada penelitian meliputi proses pengantaran kedelai hingga proses pengiriman tahu ke pedagang pasar.
2. Dalam penelitian ini tidak membahas mengenai biaya.

### 1.6 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Proses produksi yang diamati berjalan dengan normal saat penelitian dilaksanakan.
2. Selama dilakukannya penelitian, tidak terdapat perubahan mengenai kebijakan UKM dan penambahan fasilitas yang berkaitan dengan proses produksi.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat memberikan usulan perbaikan terhadap UKM Tahu Mbah Joyo dalam upaya mengurangi tingkat pengembalian tahu.
2. Dapat mengurangi bahaya dari kontaminasi biologis, fisik, dan kimia yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas tahu, sehingga nantinya tetap dapat terjaga keamanan kesehatan dari sisi konsumen.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai berbagai sumber beserta landasan teori untuk mendukung penelitian yang dilaksanakan, mulai dari penelitian yang telah ada sebelumnya hingga FMEA dan HACCP.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berperan sebagai dasar maupun referensi dalam melakukan penelitian yang dapat membantu untuk mengkaji penelitian dengan mengeksplorasi berbagai macam teori yang ada. Berdasarkan penelitian terdahulu yang tersedia, tidak ditemukan penelitian yang memiliki judul yang sama seperti pada penelitian ini. Beberapa referensi diambil untuk menunjang penelitian ini. Penelitian terdahulu dalam bentuk jurnal yang digunakan sebagai acuan adalah seperti di bawah ini.

Tabel 2.1  
Penelitian Terdahulu dan Saat Ini

No	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
1.	Prasetyo MD dkk (2017)	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	Resiko produksi yoghurt dinilai dengan menggunakan FMEA, yang diperoleh kesimpulan mengenai resiko tertinggi dari setiap variabel, antara lain kualitas susu segar (bakteri patogen terkandung pada susu), proses produksi (kualitas bakteri starter yang bertambah turun atau mati), serta produk (pesaing produk sejenis).
2.	Perdana WW (2018)	<i>Hazard Analysis Critical control points</i> (HACCP)	Langkah yang perlu dilakukan proses perbaikan dalam menyusun HACCP <i>plan</i> ialah pada saat membentuk tim HACCP, persiapan untuk pengembangan kompetensi dari masing-masing individu diperlukan. Selain itu, pengecekan <i>record</i> hasil pengujian sistem HACCP dan persiapan audit internal juga perlu dilakukan. Dari analisis CCP, diperoleh 2 proses CCP, yaitu pemanasan gula dan proses pencetakan secara manual.



Tabel 2.1  
Penelitian Terdahulu dan Saat Ini (lanjutan)

No	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
3.	Arifin MM (2019)	<i>Hazard Analysis Critical control points</i> (HACCP)	Terdapat 5 kriteria pada proses SSOP dan 10 kriteria pada GMP. Pada HACCP, terdapat 3 aspek kontrol (CCP) dalam proses pembuatan tahu, yaitu merebus hasil gilingan kedelai, meniriskan hasil rebusan kedelai, dan menggiling kedelai.
4.	Citraresmi dan Putri (2019)	<i>Hazard Analysis Critical control points</i> (HACCP)	Penerapan dari HACCP pada proses pembuatan <i>wafer roll</i> coklat berpedoman pada GMP serta SSOP untuk acuan atau dasar pelaksanaan sanitasi. Bahaya yang telah diidentifikasi menjadi CCP adalah proses deteksi sinar X. Langkah pencegahan kemudian dilakukan sebagai perbaikan sistem.
5.	Muhamar dan Azwir (2019)	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	Hasil dari identifikasi FMEA menunjukkan proses penimbangan bahan formula merupakan proses yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 200. Selanjutnya diikuti oleh proses penyimpanan dan <i>mixing</i> , penimbangan setelah proses <i>grinding</i> , dan penerimaan bahan baku. Perbaikan yang dapat dilakukan antara lain penambahan instruksi kerja pada SOP, alat kontrol suhu ditambahkan, pengadaan <i>training</i> mengenai sifat bahan baku, dan pemilihan <i>supplier</i> yang memiliki spesifikasi bahan baku sama.
6.	Suryaningrat IB dkk (2019)	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	Penerapan FMEA saat pascapanen okra menunjukkan 4 indikator dengan nilai RPN yang tinggi, terdiri dari kurangnya ketelitian dari pemetik, hama serta penyakit, kurangnya penyuluhan atau pelatihan, dan faktor usia. <i>Loss</i> okra dikurangi dengan membagi area pemetikan, membagi kelompok pemetik serta <i>rolling</i> , membagi kelompok penyemprotan hama dan penyakit, serta penambahan wawasan dari pekerja.
7.	Penelitian ini (2020)	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) dan <i>Hazard Analysis Critical Control Points</i> (HACCP)	Dari identifikasi FMEA, diperoleh nilai RPN dari setiap proses produksi yang dianalisis, dengan nilai RPN tertinggi pada proses mengisi baskom rendaman dengan air bersih yaitu 280. Kemudian pada metode HACCP, ditemukan 5 proses yang merupakan <i>Critical Control Point</i> (CCP). Proses tersebut mencakup proses mengisi baskom rendaman dengan air bersih, memasukkan kedelai ke corong gilingan, sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman, dan melakukan pengiriman tahu. Rekomendasi perbaikan yang diberikan didasarkan pada nilai RPN terbesar pada FMEA yang termasuk dalam CCP.



Penjelasan yang dapat dipaparkan dari Tabel 2.1 mengenai penelitian yang dijadikan acuan atau referensi penelitian adalah seperti di bawah ini.

1. Prasetyo MD dkk (2017) melakukan penelitian mengenai pembuatan strategi pengelolaan resiko untuk proses produksi yoghurt dengan metode AHP dan FMEA. Objek penelitian yang dituju adalah industri minuman yaitu Koperasi XYZ yang memproduksi yoghurt. Dengan produk yoghurt yang mengalami kerusakan hingga 10% dari keseluruhan produksi, maka dilakukan analisis resiko produksi dengan tujuan mengurangi resiko yang mungkin terjadi. Dari hasil analisis FMEA, diperoleh resiko tertinggi dari setiap variabel, yaitu kualitas susu segar (bakteri patogen terkandung pada susu), proses produksi (kualitas bakteri starter yang bertambah turun atau mati), serta produk (pesaing produk sejenis).
2. Arifin MM (2019) melakukan penelitian mengenai analisis pengaplikasian HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) dengan objek penelitian pada pabrik tahu daerah Purwakarta. Lima aspek kriteria pada SSOP terdiri dari kebersihan kontak dengan makanan, kebersihan penjaga, keamanan air, pengendalian kesehatan karyawan, dan pencegahan kontaminasi silang. Sepuluh aspek kriteria pada GMP terdiri dari bangunan, pengawasan proses, keterangan produk, pemeliharaan dan program sanitasi, pelatihan, lokasi, fasilitas sanitasi, karyawan, penyimpanan, serta dokumentasi dan pencatatan. Pada HACCP, terdapat 3 aspek kontrol (CCP) dalam proses pembuatan tahu, yaitu menggiling kacang kedelai, merebus hasil gilingan, dan meniriskan hasil rebusan kacang kedelai.
3. Citraresmi dan Putri (2019) melakukan penelitian terkait dengan penerapan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) pada proses pembuatan *wafer roll*. Pedoman PT. X pada proses produksinya sebagai dasar dalam melaksanakan sanitasi yaitu menggunakan GMP dan SSOP. Bahaya yang termasuk dalam titik kendali kritis (CCP) pada pembuatan *wafer roll* coklat diidentifikasi, yang hasilnya adalah pada proses deteksi sinar-X. Pengecekan sistem *auto stop* dan pengecekan tingkat sensitivitas deteksi kemudian dilakukan sebagai tindakan pencegahan. Tindakan korektif saat ditemukan penyimpangan mutu produk adalah dengan memisahkan dan menandai produk yang menyimpang yang selanjutnya ditindaklanjuti oleh QC. Di samping itu, sistem *auto stop* juga diperbaiki dan melakukan pengamatan visual, sehingga mutu produk dapat meningkat.
4. Muhamar dan Azwir (2019) melakukan penelitian mengenai perbaikan dari proses pada saat bubuk *jelly* dicampurkan menggunakan pendekatan FMEA serta dengan



mengurangi lama waktu proses produksi. Hasil dari identifikasi FMEA menunjukkan proses penimbangan bahan formula merupakan proses yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 200. Selanjutnya diikuti oleh proses penyimpanan dan *mixing* dengan RPN sebesar 175, penimbangan setelah proses *grinding* dengan RPN sebesar 125, dan penerimaan bahan baku dengan RPN sebesar 75. Maka dari itu, perbaikan perlu segera diterapkan dengan penambahan instruksi atau alur kerja, alat kontrol suhu ditambahkan, pengadaan *training* mengenai sifat bahan baku, dan pemilihan *supplier* yang memiliki spesifikasi bahan baku sama.

5. Perdana WW (2018) melakukan penelitian mengenai aplikasi GMP dan perencanaan HACCP dari produk mochi. Tahap yang perlu segera dilakukan perbaikan pada saat penyusunan rencana HACCP antara lain tahap penyusunan tim HACCP yang dimana harus dilakukan persiapan terhadap pengembangan kompetensi individu, dan yang kedua adalah persiapan untuk audit bagian internal dan pemantauan hasil pengujian sistem HACCP. Berdasarkan identifikasi CCP, diperoleh 2 proses CCP, yang mencakup pemanasan gula dan proses pencetakan secara manual. Rekomendasi yang dapat berguna untuk perusahaan yang dituju agar manajemen dari *food safety* yang ada dapat berkembang, antara lain dengan melakukan pemahaman bersama dengan *supplier* terkait kebijakan yang diterapkan oleh perusahaan mengenai kualitas dan keamanan pangan, melakukan peninjauan kembali terkait rencana HACCP, dan rekomendasi lainnya. Sedangkan untuk usulan perbaikan pada sistem perusahaan mencakup pemakaian perlengkapan karyawan dengan lengkap, menggunakan kasa untuk lubang ventilasi serta pintu terbuka, penyesuaian dinding dan lantai dengan kebijakan *food safety*, serta secara rutin melakukan pengecekan terhadap bahan baku.

6. Suryaningrat IB dkk (2019) melakukan penelitian mengenai analisis risiko melalui pendekatan FMEA terhadap okra di suatu perusahaan. Penerapan FMEA saat pascapanen okra menunjukkan 4 indikator dengan nilai RPN tertinggi, terdiri dari pemetik yang kurang teliti, penyakit dan hama, penyuluhan atau pelatihan yang kurang memadai, dan usia. *Loss* okra dikurangi melalui perbaikan yang dilakukan dengan membagi area pemetikan menjadi 2 petak. Kemudian membagi kelompok pemetik menjadi 2 kelompok di 1 area serta dilakukan *rolling* setiap hari. Selain itu juga dilakukan pembagian kelompok untuk menyemprot penyakit serta hama, yaitu terbagi menjadi 2 kelompok tanpa dilakukan *rolling* yang harus diselesaikan dalam 2 hari. Perbaikan lainnya yaitu mengadakan pelatihan untuk menambah wawasan pekerja serta melakukan sidak 2 minggu sekali sebagai tindakan *controlling*.



7. Penelitian ini berisi identifikasi menggunakan pendekatan FMEA dan HACCP dalam menganalisis potensi kegagalan pada proses produksi tahu pada UKM Tahu Mbah Joyo dan mengevaluasi kegagalan agar tidak menimbulkan risiko yang tidak diinginkan. Pada identifikasi FMEA, diperoleh nilai RPN dari setiap proses produksi, dengan nilai RPN paling tinggi ada pada proses mengisi baskom rendaman dengan air bersih yaitu 280. Kemudian pada metode HACCP, ditemukan 5 proses yang merupakan *Critical Control Point* (CCP). Proses tersebut mencakup proses mengisi baskom rendaman dengan air bersih, memasukkan kedelai ke corong gilingan, sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman, dan melakukan pengiriman tahu. Setelah melakukan penentuan CCP, disusun batas kritis sebagai batas yang harus diterapkan oleh proses yang merupakan CCP agar selalu terkendali. Rekomendasi perbaikan yang diberikan didasarkan pada nilai RPN terbesar pada FMEA yang termasuk dalam CCP.

## 2.2 Tahu

Tahu adalah produk hasil olahan dari kacang kedelai. Ekstrak dari protein kedelai digumpalkan hingga pada akhirnya dapat menghasilkan tahu. Tahu sendiri berbentuk padatan dengan tekstur yang lunak dengan bahan dasar kedelai yang diolah (SNI 3142:2018). Protein diendapkan pada saat pengolahan kedelai ini. Asam amino pada tahu merupakan yang terlengkap dari seluruh produk hasil olahan kedelai. Maka dari itu, mutu proteinnya tentu maksimal. Lemak, mineral, dan vitamin juga merupakan zat gizi yang terkandung dalam tahu, di samping sebagai penyumbang protein. Mineral yang ada di dalam tahu antara lain zat besi, kalium, kalsium, fosfat, vitamin E, serta vitamin B.

Dengan kandungan asam amino paling lengkap, tahu dijadikan makanan untuk perbaikan gizi. Jika dibandingkan dengan lauk pauk lainnya, yaitu telur, ikan, dan daging, kandungan gizi yang ada pada tahu masih di bawah lauk pauk tersebut. Tetapi masyarakat memiliki kecenderungan memilih tahu untuk menggantikan makanan berprotein hewani karena harganya yang lebih terjangkau. Selain perbaikan gizi, tahu dapat digunakan untuk program diet, karena kalori dan kandungan hidrat arang yang rendah yang ada pada tahu. Dengan mengkonsumsi tahu pula, dapat dipergunakan untuk penurunan kolesterol, sehingga sehat untuk organ jantung. Di samping itu, tahu dapat mencegah penyakit kanker payudara dan menurunkan tekanan darah.



Tahu dengan mutu yang baik memiliki tekstur empuk dan juga lembut, terasa halus pada saat dikonsumsi, dengan rasa yang netral atau tidak asam. Daya simpan tahu sendiri singkat sehingga mudah untuk basi, sehingga dalam penjualannya harus segera habis terjual. Dalam proses pembuatannya, dibutuhkan peralatan yang berfungsi untuk perendaman dan perebusan. Alat-alat seperti kain saringan tahu, bak sebagai wadah penampungan tahu selama dimasak, dan mesin penggilingan juga dibutuhkan. Sanitasi air juga perlu diperhatikan, karena pengolahan tahu membutuhkan air, yaitu pada saat perendaman, penggilingan, ataupun pencucian peralatan produksi. Di samping kebersihan air, hal-hal lain yang penting untuk diperhatikan adalah kebersihan pekerja serta kebersihan lingkungan kerja agar cemaran ataupun kontaminan tidak mempengaruhi kualitas atau mutu tahu. Menjaga kualitas mutu tahu, Badan Standarisasi Nasional mengeluarkan syarat. Syarat mutu tahu berdasarkan SNI ada pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2  
Syarat Mutu Tahu Berdasarkan SNI

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan:		
	- Bau	-	normal
	- Rasa	-	normal
	- Warna	-	normal
	- Penampakan	-	normal tidak berlendir
2.	Formalin (HCHO)	-	tidak boleh ada
3.	Kadar air	fraksi massa, %	maks. 92
4.	Protein (Nx 5,71)	fraksi massa, %	min. 3,5
5.	Abu tidak larut dalam asam	fraksi massa, %	maks. 0,1
6.	Serat kasar	fraksi massa, %	maks 0,1
7.	Cemaran logam:		
	- Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,25
	- Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,05
	- Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0
	- Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
	- Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1

Sumber: SNI 3142:2018

Untuk kriteria aspek mikrobiologi yang ditetapkan oleh SNI terhadap tahu ada pada Tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3  
Kriteria Mikrobiologi Tahu Berdasarkan SNI

No	Jenis cemaran mikroba	n	c	m	M
1.	<i>Escherichia coli</i>	5	0	>3 APM/g	NA
2.	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 <sup>2</sup> koloni/g	10 <sup>3</sup> koloni/g
3.	<i>Salmonella</i>	5	0	negatif/25 g	NA

Sumber: SNI 3142:2018



### 2.3 Kualitas

Produk merupakan instrumen penting dalam meraih kesuksesan pada perusahaan modern. Produk merupakan segala hal yang ditawarkan yang memiliki manfaat. Produk dapat berupa benda nyata ataupun tak berwujud yang bertujuan untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan pelanggan. Seseorang melakukan pembelian tidak hanya memikirkan dari segi fisik dari suatu barang atau jasa yang ditawarkan, namun juga mempertimbangkan manfaat yang ada. Produk yang memiliki penampilan fisik bagus, serta mempunyai mutu atau kualitas yang baik dengan merk dagang yang lebih dikenal (mudah diingat, diucapkan, atau dikenali) merupakan produk yang sebaiknya ditawarkan oleh perusahaan (Yafie AS dkk, 2016).

Kualitas mengandung berbagai macam pengertian berbeda bergantung pada konteks yang digunakan. Kualitas berhubungan dengan jenis produk ataupun jasa dan konsumen tertentu. Para ahli dalam berbagai macam literatur menyebutkan definisi atau pengertian dari kualitas yang disebutkan, namun pada dasarnya kualitas memiliki konsep yang sama. Garvin (1988) menyatakan bahwa kualitas merupakan suatu kondisi yang mudah berubah terkait dengan manusia, proses, produk, atau lingkungan. Dengan kondisi yang dinamis tersebut, perubahan maupun peningkatan kompetensi dari pekerja, pengembangan proses dan lingkungan kerja juga dibutuhkan. Berdasarkan berbagai macam pengertian dari kualitas yang dipaparkan sebelumnya, Tjiptono (2005) menyebutkan terdapat persamaan pada elemen-elemen seperti di bawah ini (Putri RL, 2016).

1. Dengan berbagai macam kebutuhan serta keinginan pelanggan, kualitas dapat didefinisikan sebagai usaha untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan yang ada.
2. Cakupan dari kualitas adalah proses, produk, layanan, lingkungan, dan manusia.
3. Kualitas diartikan sebagai kondisi dinamis (parameter kualitas berbeda antara yang ada saat ini dan yang ada di masa depan)

Harapan atau ekspektasi dari pelanggan terkait kebutuhan dan keinginan dapat dipenuhi oleh kualitas produk maupun jasa. Serangkaian atribut kualitas akan mendeskripsikan ekspektasi yang dibangun oleh pelanggan, yang kemudian dikenal dengan dimensi kualitas (Hansen dan Mowen, 2005). Dimensi kualitas pada produk terdiri dari 8 hal, yaitu *performance*, *aesthetics*, *serviceability*, *reliability*, *features*, *durability*, *quality of conformance*, dan *fitness for use*. Tidak hanya produk, kualitas juga terdapat pada makanan. Menurut West dkk (2012), beberapa faktor yang dapat berdampak terhadap kualitas pangan atau makanan yaitu:



1. **Warna**  
Warna merupakan faktor penting untuk dapat mempengaruhi persepsi serta selera makan dari pelanggan. Makanan harus memiliki kombinasi warna yang menarik. Komponen yang ada pada makanan dapat dikreasikan warnanya sehingga warna makanan tidak pucat.
2. **Penampilan**  
Penampakan atau penampilan dari makanan yang disajikan pada pelanggan perlu diperhatikan, mulai dari segi kebersihan, kerapian, dan kesegaran dari setiap komponen yang ada. Dengan disajikannya makanan yang bersih dan segar di atas piring, akan dapat meningkatkan rasa dari pelanggan untuk menikmatinya. Penampilan makanan adalah hal pertama yang akan dilihat oleh pelanggan, maka harus diperhatikan dengan sebaik mungkin.
3. **Porsi**  
Faktor ini seringkali diabaikan pada saat penyajian makanan. Secara tidak langsung, pelanggan akan menilai porsi makanan pada saat akan mengkonsumsi. *Standard portion size* atau ukuran porsi standar harus diterapkan setiap kali makanan disajikan.
4. **Bentuk**  
Untuk mengundang daya tarik mata, setiap komponen pada makanan yang disajikan harus memiliki estetika yang baik. Salah satunya adalah dari bentuk komponen atau bahan makanan. Variasi bentuk potongan pada bahan makanan, seperti potongan dadu, iris cincang, potongan memanjang, irisan tipis, dan lain-lain, dapat dikreasikan sesuai dengan konsep makanan yang ada.
5. **Temperatur**  
Pelanggan cenderung menyukai variasi suhu atau temperature dari satu makanan ke makanan lainnya. Temperatur juga memegang peranan dalam mempengaruhi rasa makanan, misalnya saat makanan masih panas, rasa manis dari makanan akan lebih terasa, dan ketika makanan masih panas, rasa asin dari makanan tersebut akan kurang terasa.
6. **Tekstur**  
Tekstur yang ada pada makanan seperti lembut, lunak, keras, cair, padat, lembab, atau kering dapat dirasakan oleh reseptor pada mulut melalui gerakan serta tekanan. Tekstur yang beragam dan serasi dapat meningkatkan penilaian pelanggan terhadap makanan yang disajikan.



#### 7. Aroma

Reaksi dari suatu makanan yang juga dapat mempengaruhi penilaian pelanggan yaitu aroma dari makanan itu sendiri. Selain penampilan, aroma makanan juga merupakan suatu hal yang mempengaruhi impresi pertama pelanggan ketika akan mengonsumsi suatu makanan.

#### 8. Tingkat kematangan

Tekstur dari makanan dipengaruhi oleh tingkat kematangan dari makanan yang disajikan. Setiap bahan makanan memiliki tingkat kematangan yang berbeda, juga disesuaikan dengan preferensi dari pelanggan. Contohnya pada kentang, apabila kematangannya kurang saat dimasak maka akan terasa masih keras dan kurang enak apabila dikonsumsi. Berbeda dengan *steak* yang memiliki berbagai macam tingkat kematangan yang dapat diterima.

#### 9. Rasa

Faktor utama yang berdampak pada kualitas suatu makanan adalah rasa. Dengan indera pengecap, seseorang dapat merasakan manis, asin, asam, dan pahit terhadap makanan. Makanan harus diolah sedemikian rupa agar dapat menciptakan rasa yang memberi kenikmatan saat dikonsumsi.

### 2.4 FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

FMEA dapat didefinisikan sebagai metode untuk menentukan, mengidentifikasi, dan meniadakan kegagalan yang diketahui dari suatu desain, proses, sistem dan atau jasa sebelum pada akhirnya sampai pada konsumen (Stamatis, 1995). Menurut Chrysler (2008) FMEA memiliki tujuan untuk mencapai hal-hal berikut.

1. Mengamati dan memahami potensi kegagalan yang dapat muncul dalam suatu proses atau produk.
2. Memprediksi dampak dari kegagalan potensial yang selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap kegagalan yang ada.
3. Menentukan prioritas perbaikan yang harus diterapkan oleh suatu sistem maupun proses dengan suatu urutan prioritas.
4. Menyusun langkah perbaikan sebagai usaha preventif dalam meminimalkan atau mengeliminasi risiko kegagalan ataupun dampak terhadap sistem yang telah diidentifikasi
5. Melakukan pencatatan atau penyimpanan informasi dari seluruh proses.



Pada penelitian ini menggunakan FMEA Proses, yang dimana pengamatan difokuskan hanya pada proses produksi yang nantinya akan menghilangkan kegagalan yang memiliki potensi untuk terjadi selama proses produksi berlangsung.

#### 2.4.1 Tahap FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*)

Dalam penyusunan *Failure Mode Effect Analysis*, pada kenyataannya terdapat beberapa langkah dari berbagai sumber atau referensi. Menurut Susilo dan Kaho (2010), terdapat sepuluh tahap dalam penyusunan FMEA.

1. Peninjauan proses.

Perlu dilakukan peninjauan ulang peta proses bisnis atau bagan alir yang ada untuk dianalisis. Anggota tim FMEA sebelumnya perlu melakukan peninjauan lapangan dengan tujuan memperkuat pemahaman dari proses yang dianalisis. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan bagan atau diagram alir. Pembuatan bagan atau diagram alir perlu dilakukan sebelum memulai proses FMEA itu sendiri, jika bagan atau diagram alir belum tersedia.

2. Melakukan *brainstorming* mengenai kesalahan atau kegagalan potensial pada proses.

Apabila peninjauan terhadap lapangan telah selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah melaksanakan *brainstorming* terkait kesalahan atau kegagalan potensial yang memungkinkan untuk terjadi dalam proses itu. *Output* dari *brainstorming* nantinya akan dikategorikan menjadi beberapa penyebab kesalahan, antara lain manusia, mesin/peralatan, material, metode kerja dan lingkungan kerja. Proses analisis untuk mengetahui pengaruh satu kesalahan yang berpotensi menyebabkan kesalahan yang lain akan lebih mudah dengan pengkategorian yang ada.

3. Mengidentifikasi dampak yang terjadi pada setiap kesalahan.

Dampak dari setiap kesalahan kemudian disusun berdasarkan daftar kesalahan yang sebelumnya telah dibuat. Dampak yang ditimbulkan pada setiap kesalahan bisa hanya satu, namun tidak menutup kemungkinan untuk lebih dari satu. Semua dampak harus ditampilkan.

4. Melakukan penilaian tingkat dampak (*severity*) kesalahan.

Penilaian terhadap *severity* merupakan perkiraan mengenai seberapa besar atau parah dampak negatif yang ditimbulkan jika terjadi suatu kesalahan. Tahap pertama dalam analisis risiko adalah penentuan *severity*. Di tahap ini, dilakukan penilaian terhadap seberapa parah suatu dampak dari kejadian akan mempengaruhi *output* proses.



Penilaian dampak menggunakan skala 1 hingga 10, mulai dari dampak ringan hingga terburuk. Skala penilaian *severity* ada pada tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Skala Penilaian *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
<i>Minor</i>	1-2	Menimbulkan dampak yang signifikan pada produk ataupun layanan. Kesalahan mungkin saja tidak disadari oleh pelanggan.
<i>Low</i>	3-4	Hanya akan menimbulkan sangat sedikit gangguan pada pelanggan. Penurunan kualitas dari produk dan atau servis yang sedikit, perlunya sedikit <i>rework</i> , dan sedikit ketidaknyamanan terhadap proses selanjutnya, mungkin akan disadari oleh pelanggan.
<i>Moderate</i>	5-6	Menimbulkan beberapa ketidakpuasan terhadap pelanggan. Kesalahan ini akan membuat pelanggan merasa terganggu. Kesalahan pada tingkat ini berpotensi menyebabkan kerusakan terhadap alat-alat hingga diperlukan perbaikan.
<i>High</i>	7-8	Kesalahan dengan karakteristik yang cenderung sama sekali tidak memuaskan dari segi servis, atau tidak dapat dipakai dari segi produk. Di tingkat ini, isu keamanan atau peraturan-peraturan pemerintah tidak diindahkan, sehingga bisa menimbulkan gangguan pada proses yang berkelanjutan.
<i>Very High</i>	9-10	Pada saat suatu kesalahan mempengaruhi keselamatan dan melibatkan pelanggaran peraturan-peraturan pemerintah, maka sudah masuk ke dalam tingkat kerusakan yang sangat tinggi.

Sumber: Stamatis (1995)

5. Melakukan penilaian tingkat kemungkinan terjadinya (*occurrence*) kesalahan.

Suatu nilai ditentukan berdasarkan perkiraan dari total frekuensi atau kumulatif dari kegagalan akibat penyebab tertentu merupakan tahap dari penilaian *occurrence*. Skala penilaian *occurrence* ada pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5  
Skala Penilaian *Occurrence*

<i>Occurrence</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
Sangat Rendah	1	Hampir tidak terjadi kegagalan
Rendah	2-3	Berpeluang sangat kecil untuk kegagalan terjadi
Sedang	4-6	Jarang terjadi kegagalan
Tinggi	7-9	Kegagalan terjadi berulang kali
Sangat Tinggi	10	Sering terjadi kegagalan

Sumber: [www.quality-one.com](http://www.quality-one.com)

6. Melakukan penilaian tingkat kemungkinan untuk mendeteksi (*detection*)

Penilaian deteksi menentukan seberapa akurat atau pasti penyebab kegagalan dapat dideteksi oleh peneliti. Tingkat deteksi dapat diukur melalui metode pengendalian yang telah ditetapkan sebelumnya. Skala penilaian *detection* ada pada Tabel 2.6.



Tabel 2.6  
Skala Penilaian *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
Hampir Pasti	1	Kontrol pada saat itu akan hampir secara pasti mendeteksi penyebab kegagalan
Sangat Tinggi	2	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan sangat tinggi
Tinggi	3	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan tinggi
Cukup Tinggi	4	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan cukup tinggi
Sedang	5	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan cukup
Rendah	6	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan rendah
Sangat Rendah	7	Kontrol dapat melakukan deteksi penyebab kegagalan dengan sangat rendah
Sedikit Kemungkinan	8	Kontrol sulit untuk melakukan deteksi penyebab kegagalan
Sangat Sedikit Kemungkinan	9	Kontrol sangat sulit untuk melakukan deteksi penyebab kegagalan
Hampir Tidak Ada Kemungkinan	10	Tidak terdapat kontrol yang dapat mendeteksi penyebab kegagalan

Sumber: Borror (2009)

- Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari setiap kegagalan dan dampaknya. Besar nilai prioritas risiko mengenai seberapa penting atau gawat ketika kegagalan terjadi ditentukan berdasarkan nilai RPN. Dari nilai ini, akan terlihat nilai RPN tertinggi hingga terendah.

$$RPN = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)} \quad (2-1)$$

Sumber: Stamatis (1995)

Tabel standar FMEA adalah seperti di bawah ini.

Tabel 2.7  
Format Tabel FMEA

<i>Process Step</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
---------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------	-------------------------	----------	--------------------------------	----------	------------

Sumber: Stamatis (1995)

- Mengurutkan prioritas kesalahan dari nilai RPN.

Langkah berikutnya adalah melakukan pengurutan dari tertinggi hingga terendah terhadap nilai RPN yang ada, apabila penilaian terkait *severity*, *occurrence*, dan *detection* sudah dilakukan hingga menghasilkan nilai RPN. Urutan nilai RPN akan menunjukkan prioritas perbaikan dari proses-proses mana saja yang harus segera dilakukan tindakan perbaikan agar resiko yang tidak diinginkan tidak muncul.



9. Melakukan tindak mitigasi terhadap kesalahan tersebut.

Penanganan dalam mengurangi risiko yang mungkin terjadi perlu dilakukan karena bertujuan agar kemampuan dalam mendeteksi kegagalan dapat terus ditingkatkan, serta dampak kegagalan dapat diminimalisir.

10. Melakukan perhitungan ulang nilai RPN

Segara setelah penanganan risiko dilaksanakan, tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* dilakukan penilaian kembali. Apabila sudah ditentukan ulang, selanjutnya adalah menghitung nilai RPN kesalahan tadi. Hasil penanganan idealnya dapat menurunkan nilai RPN dari nilai yang sebelumnya secara signifikan hingga pada tingkat yang terbilang aman. Penanganan lebih lanjut dibutuhkan apabila belum tercapai.

## 2.5 HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*)

*Hazard Analysis Critical Control Point* atau yang disingkat HACCP merupakan suatu sistem pengawasan yang pada dasarnya merupakan pencegahan terhadap keracunan atau penyakit yang disebabkan oleh makanan yang mungkin terjadi (Fardiaz, 1994). Bahaya spesifik yang dapat mengancam keamanan pangan dapat diidentifikasi menggunakan HACCP. Di samping itu, HACCP juga berfungsi dalam mengendalikan bahaya. Tujuannya adalah untuk memastikan keamanan pangan dengan meminimalkan risiko bahaya keamanan pangan. Dalam HACCP, produk dipastikan keamanannya dengan menyesuaikan persyaratan keselamatan yang tersedia melalui pemantauan komponen bahan maupun proses dengan ketat.

Bahan-bahan yang digunakan serta proses produksi pada industri pangan mempunyai peluang untuk pencemaran dapat muncul, yang kemudian membahayakan konsumen. Maka dari itu, dibutuhkan sistem HACCP untuk menjamin keamanan pangan yang dapat menghasilkan produk yang aman untuk dikonsumsi. Pencemaran yang mungkin terjadi bisa berupa pencemaran fisik, kimia, ataupun mikrobiologi. Dalam HACCP, sistem pencegahan atau preventif dilakukan sesegera mungkin, yaitu mulai dari pemilihan bahan baku, karena beberapa cemaran bisa saja tidak dapat dihilangkan melalui proses pengolahan yang dilakukan, seperti logam berat, pestisida, dan racun (Fardiaz, 1994). HACCP dapat diterapkan pada sepanjang rantai produksi makanan, dari bahan baku hingga produk jadi untuk konsumen akhir.

HACCP dirancang bagi industri yang bergerak dalam bidang produksi makanan yang sudah menggunakan peralatan yang kompleks, namun metode prinsip HACCP dapat diterapkan dalam skala kecil, seperti rumah, restoran, dan fasilitas gizi (Rauf, 2013). Istilah-



istilah dalam sistem manajemen HACCP dibuat agar terdapat pemahaman yang sama. Di bawah ini adalah beberapa istilah yang dibuat berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN).

1. Pengukuran Pengendalian atau *Control Measure*  
Tindakan pencegahan atau eliminasi bahaya yang terdapat dalam *food safety*, atau meminimalisir hingga ke tingkatan tertentu yang dapat diterima.
2. Tindakan Perbaikan atau *Corrective Action* (CA)  
Tindakan yang harus segera dilaksanakan pada saat hasil pemeriksaan CCP memperlihatkan terdapat proses maupun sistem yang tidak dalam batas kendali.
3. Titik Kendali Kritis atau *Critical Control Point* (CCP)  
Suatu tindakan yang dapat secara ketat menerapkan dan mengharuskan tindakan pengendalian untuk mencegah atau menghilangkan bahaya keamanan pangan atau mengurangnya ke tingkat yang dapat diterima.
4. Batas Kritis atau *Critical Limit* (CL)  
Kriteria atau aspek yang harus diterapkan oleh titik kendali kritis agar tidak memunculkan risiko yang tidak diinginkan.
5. Rencana HACCP (*HACCP Plan*)  
Dokumentasi atau catatan mengenai kontrol atau kendali dari bahaya keamanan pangan yang selalu dipastikan apakah selalu berada dalam batas kendali sesuai dengan yang ada pada prinsip HACCP.
6. Bahaya (*Hazard*)  
Dapat membawa dampak negatif untuk kesehatan manusia, yang berupa unsur kimia, fisik, ataupun biologis dari makanan.
7. Analisa Bahaya (*Hazard Analysis*)  
Pengumpulan informasi dari bahaya yang berpotensi untuk muncul yang selanjutnya dilakukan penilaian terhadap bahaya tersebut. Dari analisis ini akan menunjukkan pada proses mana yang memiliki dampak terhadap keamanan pangan dan harus segera diterapkan perbaikan.
8. Pemantauan (*Monitoring*)  
Serangkaian pengamatan terencana dan pengukuran parameter kontrol untuk menilai apakah *Critical Control Point* (CCP) terkendali.
9. Langkah (*Step*)  
Prosedur atau tahap pada seluruh rantai pangan, meliputi persiapan bahan baku sampai produk jadi pada konsumsi akhir.



## 10. Validasi (*Validation*)

Tahap memperoleh kepastian mengenai efektif tidaknya keseluruhan unsur dalam rencana HACCP.

## 11. Verifikasi (*Verification*)

Prosedur atau pengujian yang bertujuan untuk memastikan sesuai tidaknya kondisi nyata dengan rencana HACCP yang telah ditetapkan.

### 2.5.1 Pengelompokan Bahaya dan Kategori Risiko

Bahaya atau *hazard* pada HACCP dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan karakteristiknya. Tabel 2.8 merupakan pengelompokan dari bahaya pada HACCP.

Tabel 2.8

Pengelompokan Bahaya

Kelompok Bahaya	Karakteristik Bahaya
A	Kelompok spesifik yang terdiri dari produk tidak higienis untuk digunakan oleh konsumen berisiko berat, yaitu seperti bayi, pasien, lansia, dan lain-lain.
B	Produk ataupun proses berpengaruh signifikan terhadap bahaya biologis, kimia, dan lain-lain.
C	Tidak terdapat tahap yang mampu mencegah atau meniadakan bahaya kimia maupun fisik.
D	Produk dapat terkontaminasi ulang setelah produk diproses dan sebelum dikemas.
E	Kemungkinan terjadinya kontaminasi ulang atau penanganan yang tidak tepat oleh konsumen dalam proses distribusi, penjualan atau perawatan.
F	Tidak terdapat usaha atau tindakan khusus untuk meniadakan bahaya biologis.

Sumber: ICMSF (1986)

Selanjutnya setelah dilakukan pengelompokan bahaya, dilakukan penetapan kategori risiko. Dengan menetapkan kategori risiko terhadap bahan, maka akan dapat membedakan bahan yang memiliki risiko kecil hingga yang besar. Kategori risiko ada pada Tabel 2.9 di bawah ini.

Tabel 2.9

Kategori Risiko

Karakteristik Bahaya	Kategori Risiko	Keterangan
0	0	Tidak mengandung bahaya A s/d F
(+)	I	Satu bahaya B s/d F
(++)	II	Dua bahaya B s/d F
(+++)	III	Tiga bahaya B s/d F
(++++)	IV	Empat bahaya B s/d F
(+++++)	V	Lima bahaya B s/d F
A+ (kategori khusus) tanpa/dengan bahaya B sampai F	VI	Kategori resiko paling tinggi (semua produk yang mempunyai bahaya A)

Sumber: ICMSF (1986)



### 2.5.2 Klasifikasi Bahaya HACCP

Sistem HACCP berperan dalam memastikan keamanan pangan yang ada pada proses produksi pangan. Menurut *National Advisory Commite on Microbiological Criteria for Foods* atau NACMCF (1992), bahaya didefinisikan sebagai bahaya kimia, biologi dan fisik yang dapat menyebabkan risiko yang tidak diinginkan.

#### 1. Bahaya Biologi

Mortimore dan Wallace (1995) membagi bahaya biologis menjadi dua jenis, yaitu makrobiologi dan mikrobiologi. Bahaya makrobiologi berhubungan dengan serangga dan lalat, yang umumnya jarang ditemui risiko bahaya yang terjadi karena kemunculannya masih membuat sadar seseorang untuk tidak memakannya. Berbeda dengan bahaya mikrobiologi yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sehingga berisiko besar. Bahaya biologi dikategorikan oleh ICMSF atau *International Commission of Microbiological Specifications for Food* (1992) menurut level risiko bahayanya, yaitu bahaya besar, bahaya sedang dan menyebar secara potensial, serta bahaya sedang dan penyebaran terbatas.

#### 2. Bahaya Kimia

Menurut Cliver (1992), terdapat dua jenis bahaya kimia dalam makanan, yaitu yang terjadi secara alami dan yang sengaja ditambahkan. Adapun bahan-bahan kimia yang berbahaya yang terbentuk secara alami contohnya adalah mikotoksin, ciguatoksin, dan bahan kimia lainnya. Sedangkan yang ditambahkan dengan sengaja ataupun tidak sengaja contohnya adalah bahan kimia pertanian (pestisida, fungisida, dan lain-lain), logam berbahaya, dan kandungan lainnya.

#### 3. Bahaya Fisik

Bahaya fisik didefinisikan sebagai benda asing dalam bentuk fisik yang normalnya tidak ada dalam makanan dan dapat menimbulkan penyakit (termasuk trauma psikologis) atau membahayakan seseorang (Corlett, 1992). Sumber bahaya fisik meliputi bahan mentah, air, bangunan, peralatan, bahan konstruksi, dan pekerja. Bahaya potensial yang dapat terjadi antara lain terpotong, luka, infeksi, berdarah, trauma, dan bahaya-bahaya lainnya.

Bahaya fisik lainnya meliputi rambut, kotoran, cat yang terkelupas, karat, pelumas, debu, dan kertas (Pierson dan Corlett, 1992).

### 2.5.3 Langkah-langkah HACCP

Sistem HACCP terdiri dari 12 langkah dan 7 prinsip. Prinsip-prinsip HACCP telah diakui secara internasional dan telah diterbitkan oleh Codex Alimentarius Comission (1991)



dan NACMCF (1992). Langkah-langkah yang direkomendasikan oleh SNI 014852 (1998) untuk menerapkan HACCP adalah sebagai berikut.

1. Pembentukan Tim HACCP

Operasi pangan perlu menjamin bahwa pengetahuan dan pengalaman khusus produk dapat digunakan untuk mengembangkan rencana HACCP yang efektif, yang dapat dicapai dengan membentuk tim multidisiplin. Konsultan eksternal diperlukan apabila tidak ada keahlian yang tersedia.

2. Deskripsi Produk

Produk harus dijelaskan secara lengkap, termasuk informasi tentang komposisi, struktur fisik atau kimia, perlakuan mikrosidal atau statis (seperti pemanasan, pembekuan, penggaraman, pengasapan, dan lain-lain), pengemasan, kondisi penyimpanan dan masa simpan, dan metode distribusi.

3. Identifikasi Rencana Penggunaan

Rencana penggunaan perlu didasarkan pada tujuan penggunaan produk oleh pengguna produk. Dalam beberapa kasus, mungkin perlu mempertimbangkan orang-orang yang rentan, seperti mereka yang menerima makanan dari suatu institusi atau lembaga.

4. Penyusunan Bagan Alir

Bagan alir harus dipersiapkan oleh tim HACCP. Bagan alir harus mencakup semua tahapan operasi produksi. Saat menerapkan HACCP pada operasi tertentu, tahap pra operasi dan pasca operasi harus dipertimbangkan.

5. Konfirmasi Bagan Alir di Lapangan

Tim HACCP sebagai penyusun diagram alir harus mengkonfirmasi seluruh tahapan dan waktu operasi produksi. Selain itu juga perlu untuk melakukan perubahan pada diagram alir bila diperlukan.

6. Prinsip 1: Melaksanakan analisa bahaya

Tim HACCP harus membuat daftar potensi bahaya di setiap tahap, mulai dari produksi primer, pemrosesan, manufaktur, dan distribusi hingga sampai ke konsumen. Tim HACCP harus melakukan analisis bahaya untuk menentukan rencana HACCP, di mana bahaya yang terjadi secara alami harus dihilangkan atau dikurangi hingga batas yang dapat diterima, sehingga dapat menjamin bahwa produksi pangan aman. Analisis bahaya meliputi hal-hal berikut.

- a. Kemungkinan bahaya dan efek yang merugikan kesehatan
- b. Evaluasi kualitatif dan/atau kuantitatif dari keberadaan bahaya
- c. Perkembangbiakan serta kelangsungan hidup mikroorganisme tertentu



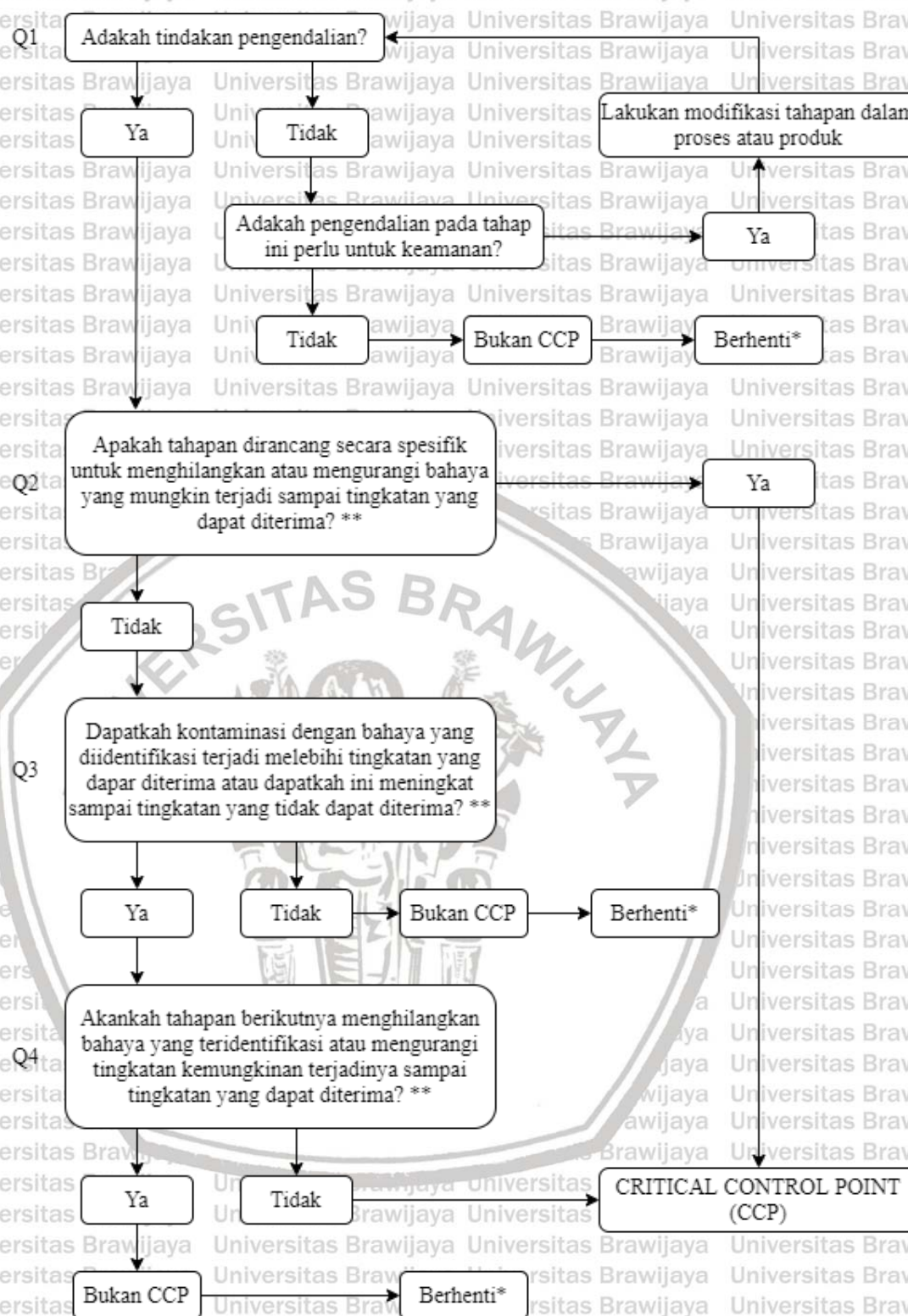
- d. Produksi toksin makanan, unsur fisik dan kimia secara terus-menerus
- e. Kondisi yang memicu keadaan yang disebutkan di atas.

7. Prinsip 2: Menentukan *Critical Control Point* (CCP)

Bisa terdapat lebih dari satu CCP pada saat pengendalian dilakukan, untuk nantinya dapat mengendalikan bahaya yang sama. Identifikasi CCP pada proses tertentu dilakukan agar risiko bahaya yang berdampak pada mutu atau keamanan pangan dapat dicegah, dikurangi atau dihindarkan. Sistem HACCP dapat dibantu dengan menggunakan pohon keputusan untuk menentukan CCP seperti pada Gambar 2.1. Penerapan dari pohon keputusan harus fleksibel, tergantung apakah operasi tersebut produksi, pengolahan, penyimpanan, distribusi atau lainnya.







Gambar 2.1 Pohon Keputusan

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1998)

Keterangan:

\* Lanjutkan ke bahaya yang teridentifikasi berikutnya dalam proses yang dinyatakan

\*\* Tingkatan yang dapat diterima dan tidak dapat diterima perlu ditentukan sesuai tujuan menyeluruh dalam mengidentifikasi CCP pada rencana HACCP



8. Prinsip 3: Menetapkan batas kritis  
Batas kritis harus ditentukan dan diverifikasi untuk setiap CCP. Dalam beberapa kasus, beberapa batas kritis akan dijelaskan atau diuraikan pada tahap tertentu. Standar yang umum digunakan meliputi pengukuran suhu, waktu, tingkat kelembaban, pH, dan parameter yang berkaitan dengan panca indera (penampilan dan tekstur).
9. Prinsip 4: Menetapkan sistem untuk memantau pengendalian CCP  
Pemantauan adalah pengukuran atau pengamatan CCP yang telah ditentukan sebelumnya dibandingkan dengan batas kritisnya. Idealnya, pemantauan memberikan informasi yang tepat waktu untuk memastikan kontrol proses dan menghindari pelanggaran batas kritis. Data yang diperoleh dari pemantauan harus dievaluasi oleh pekerja yang memiliki pengetahuan dan kemampuan untuk mengambil tindakan korektif yang diperlukan. Jika pemantauan tidak dilakukan secara berkelanjutan, jumlah atau frekuensi pemantauan harus cukup untuk memastikan bahwa CCP terkendali. Sebagian besar prosedur tindak lanjut CCP perlu dilakukan dengan segera karena terkait dengan proses yang sedang berlangsung dan tidak memiliki banyak waktu dalam melakukan analisis dan pengujian. Semua catatan dan dokumen yang terkait dengan kegiatan pemantauan CCP harus ditandatangani oleh orang yang melakukan pengamatan dan petugas memiliki tanggung jawab atas tinjauan yang ada dalam perusahaan.
10. Prinsip 5: Jika hasil pemantauan menunjukkan bahwa CCP tertentu tidak terkendali, maka perlu menentukan tindakan korektif yang akan diambil  
Tindakan korektif khusus harus dikembangkan untuk setiap CCP dalam sistem HACCP untuk menyelesaikan setiap penyimpangan yang terjadi. Harus dipastikan juga bahwa PPC sudah terkendali. Rencana HACCP harus mencakup prosedur tindakan korektif dan/atau pencegahan untuk menghindari ketidaksesuaian terhadap aspek yang ada sebelumnya dan mengambil tindakan korektif dengan menelusuri akar penyebab masalah.
11. Prinsip 6: Menetapkan prosedur verifikasi untuk memastikan penerapan sistem HACCP berjalan secara efektif  
Metode audit dan verifikasi, prosedur dan pengujian, serta pengambilan sampel secara acak dan analisa, dapat dipergunakan untuk memastikan apakah sistem HACCP bekerja secara efektif sesuai dengan rencana awal dan apabila memungkinkan dapat diubah dan disesuaikan untuk mencapai tujuan. Contoh kegiatan verifikasi meliputi:



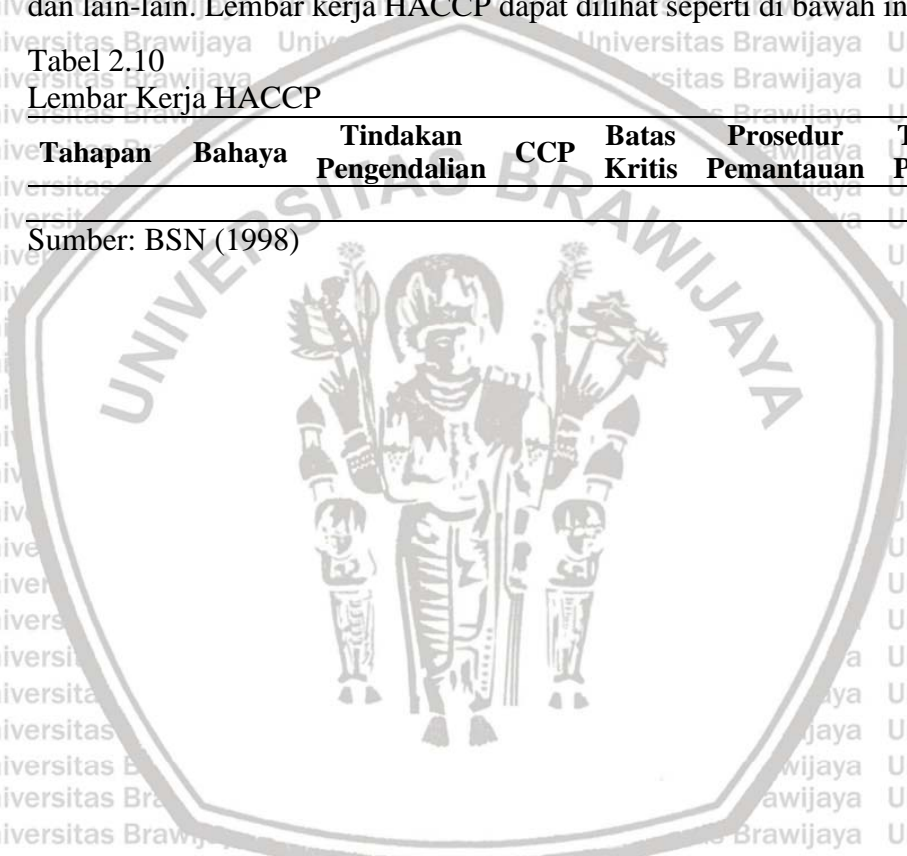
- a. Peninjauan ulang sistem HACCP dan catatannya
- b. Peninjauan ulang penyimpangan produk
- c. Konfirmasi apakah CCP masih dalam kendali

12. Prinsip 7: Menetapkan dokumentasi terkait semua prosedur dan catatan yang sesuai. Pencatatan dan pembukuan yang efisien dan akurat merupakan suatu hal yang penting dalam pengaplikasian sistem HACCP. Perlu dilakukan dokumentasi terhadap prosedur yang ada. Dokumentasi dapat diterapkan pada analisis bahaya, penentuan CCP, dan penentuan batas kritis. Pencatatan dilakukan untuk kegiatan pemantauan CCP, penyimpangan dan tindakan perbaikan yang terkait, perubahan pada sistem HACCP, dan lain-lain. Lembar kerja HACCP dapat dilihat seperti di bawah ini.

Tabel 2.10  
Lembar Kerja HACCP

Tahapan	Bahaya	Tindakan Pengendalian	CCP	Batas Kritis	Prosedur Pemantauan	Tindakan Perbaikan	Catatan
---------	--------	-----------------------	-----	--------------	---------------------	--------------------	---------

Sumber: BSN (1998)







Halaman ini sengaja dikosongkan.



### BAB III

#### METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait metode penelitian yang menjadi tahapan dilakukannya dalam penelitian. Jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, langkah-langkah penelitian, dan diagram alir penelitian akan dibahas di bab ini.

##### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh informasi tentang gejala-gejala pada saat penelitian. Penelitian deskriptif dilaksanakan untuk menggambarkan dan menjelaskan hal-hal tertentu, seperti kondisi atau hubungan yang ada, pendapat atau argumentasi yang sedang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi, atau mengenai tren atau kecenderungan yang sedang berlangsung.

##### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di UKM Tahu Mbah Joyo yang berada di kota Salatiga. Waktu penelitian dimulai dari bulan Agustus 2020 hingga Juni 2021.

##### 3.3 Langkah-langkah Penelitian

Terdapat lima tahap dalam melaksanakan penelitian yang dilakukan, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, serta tahap kesimpulan dan saran.

###### 3.3.1 Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

###### 1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi secara langsung terhadap kondisi nyata di lapangan terkait dengan penelitian yang diambil. Tujuan dari tahap ini yaitu untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada objek penelitian secara langsung.



## 2. Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah studi literatur, yang mana studi literatur ini dilakukan dengan mencari serta menggali berbagai referensi pustaka yang nantinya digunakan untuk menentukan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang sedang diteliti. Sumber referensi diperoleh dari buku, jurnal, ataupun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang diambil dalam penelitian ini, yaitu mengenai *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP).

## 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap mengidentifikasi ruang lingkup permasalahan secara mendetail terhadap objek yang sedang diteliti. Di samping itu, pada tahap ini pula dilakukan identifikasi mengenai solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

## 4. Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan rincian dari permasalahan yang diteliti, dimana perumusan masalah ini akan memudahkan peneliti dalam penyelesaian masalah yang diidentifikasi sebelumnya.

## 5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah disusun sebelumnya. Dengan tujuan penelitian, dapat membantu peneliti untuk fokus terhadap permasalahan yang akan diselesaikan dengan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian.

### 3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan informasi sesuai dengan kondisi lapangan dan berdasarkan permasalahan yang akan diteliti. Berikut ini merupakan tahap dari pengumpulan data pada penelitian ini.

#### 1. Data Primer

Data primer diperoleh dari pengamatan secara langsung oleh peneliti pada UKM Tahu Mbah Joyo, yang diambil melalui hasil pengamatan serta wawancara dengan pihak terkait. Data-data primer yang diperoleh dalam penelitian berasal dari observasi secara langsung terhadap kondisi UKM Tahu Mbah Joyo mencakup tahapan dalam proses pengolahan tahu, pendataan mengenai potensi bahaya pada proses produksi tahu, serta dokumentasi dalam bentuk foto.



## 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia sebelumnya atau telah disajikan oleh pihak perusahaan atau pihak lain. Data-data sekunder yang diperlukan dalam penelitian adalah profil UKM Tahu Mbah Joyo, data tingkat produksi tahu setiap bulan di tahun 2019, serta data pengembalian tahu.

Adapun metode yang digunakan dalam tahap pengumpulan data untuk mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 1. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data secara langsung ke UKM Tahu Mbah Joyo. Observasi ini bertujuan untuk mengamati permasalahan pada UKM, melakukan pendataan terhadap potensi bahaya selama proses produksi tahu yang dapat berpengaruh pada kualitas tahu, serta melakukan dokumentasi dengan pengambilan gambar terkait kondisi UKM Tahu Mbah Joyo yang dapat menimbulkan resiko bahaya.

### 2. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan komunikasi secara langsung dengan pihak yang berhubungan dengan objek yang sedang diteliti. Pengumpulan data dengan wawancara ini dilakukan dengan menanyakan beberapa hal seputar *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP).

## 3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, selanjutnya data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Pengolahan data menggunakan dua metode ini dilakukan terhadap proses pengolahan tahu mulai dari proses pengantaran kedelai dari pasar ke rumah produksi hingga proses pengiriman tahu ke pedagang pasar. Langkah-langkah dalam penggunaan metode FMEA dan HACCP secara rinci adalah sebagai berikut.

### 1. Menentukan deskripsi produk pada UKM Tahu Mbah Joyo

Pada tahap awal dilakukan penentuan produk yang diolah oleh UKM dan akan menjadi fokus dari penelitian. Produk yang diproduksi terdapat 3 jenis, yaitu tahu putih, tahu cokelat setengah jadi, dan tahu cokelat siap konsumsi.



2. Mengidentifikasi proses serta bahaya  
Selanjutnya dilakukan identifikasi proses dari pengolahan tahu, yaitu mulai dari proses pengantaran kedelai dari pasar ke rumah produksi hingga proses pengiriman tahu ke pedagang pasar. Selain itu, identifikasi dari bahaya setiap prosesnya juga dilakukan.
3. Mengidentifikasi kegagalan potensial pada setiap proses  
Setelah dilakukan identifikasi pada setiap proses yang ada pada pengolahan tahu, kemudian diidentifikasi kegagalan potensial yang ada di setiap proses-proses tersebut.
4. Mengidentifikasi akibat serta penyebab dari kegagalan potensial  
Dari kegagalan potensial yang telah ditentukan sebelumnya, akan dilakukan identifikasi akibat serta penyebab dari kegagalan tersebut.
5. Menentukan tingkat keparahan akibat dari kegagalan (*severity*)  
Penentuan *severity* diperoleh dari pihak UKM yang paling memahami setiap proses dan bahaya dari proses pengolahan tahu yang ada, yaitu dari pemilik UKM Tahu Mbah Joyo ini.
6. Menentukan seberapa sering kemungkinan resiko yang terjadi (*occurrence*)  
Penentuan *occurrence* diperoleh dari pihak UKM yang paling memahami setiap proses dan bahaya dari proses pengolahan tahu yang ada, yaitu dari pemilik UKM Tahu Mbah Joyo ini.
7. Menentukan tingkat deteksi yang telah dilakukan dalam mencegah resiko (*detection*)  
Penentuan *detection* diperoleh dari pihak UKM yang paling memahami setiap proses dan bahaya dari proses pengolahan tahu yang ada, yaitu dari pemilik UKM Tahu Mbah Joyo ini.
8. Menghitung *Risk Priority Number* atau RPN  
RPN digunakan untuk memprioritaskan tindakan, dimana semakin besar nilai RPN maka akan semakin besar pula perhatian yang harus diberikan sebagai tindakan korektif untuk menanggulangi nilai RPN yang tinggi tersebut. Berikut ini merupakan cara untuk mencari nilai RPN.  

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D) \quad (3-1)$$

Sumber: J. Mills Barbeau (2019)

Berdasarkan J. Mills Barbeau (2019), tabel standar FMEA adalah seperti Tabel 3.1 berikut ini.



Tabel 3.1

Tabel FMEA

<i>Process Step</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>S</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>O</i>	<i>Current Process Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
---------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------	-------------------------	----------	--------------------------------	----------	------------

Sumber: J. Mills Barbeau (2019)

#### 9. Menentukan prioritas pada resiko

Dari RPN yang dihasilkan kemudian dilakukan penentuan prioritas terhadap resiko dari nilai RPN yang tertinggi hingga terendah.

#### 10. Menentukan *Critical Control Point* (CCP)

Beralih ke metode HACCP, pada setiap prosesnya akan diidentifikasi apakah proses tersebut termasuk ke dalam CCP atau tidak. Nantinya proses yang termasuk dalam CCP akan dilakukan perbaikan.

#### 11. Menentukan batas-batas kritis atau *critical limits*

Proses yang teridentifikasi sebagai CCP selanjutnya akan ditentukan batas-batas kritisnya untuk menjadi acuan dalam mengurangi dan mengendalikan bahaya yang ada.

#### 12. Memberikan rekomendasi perbaikan

Dari proses-proses yang teridentifikasi sebagai CCP kemudian diurutkan berdasarkan prioritas yang ada pada hasil FMEA. Dari sana akan dijadikan prioritas untuk rekomendasi perbaikan selanjutnya.

#### 13. Menyusun sistem pemantauan

Setelah terdapat rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan, penyusunan prosedur pemantauan kemudian dilakukan terhadap proses yang teridentifikasi sebagai CCP sebelumnya.

### 3.3.4 Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini, dilakukan analisis mengenai permasalahan yang diteliti serta pembahasan terkait rekomendasi perbaikan.

#### 1. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dijelaskan mengenai analisis dari pengolahan data yang telah dilakukan, kemudian diuraikan secara detail dan sistematis. Cakupan dari analisis disini adalah mengenai metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP) yang digunakan. Peneliti melakukan identifikasi terkait potensi bahaya yang ada pada proses pengolahan tahu, yang kemudian dilanjutkan dengan identifikasi kegagalan akibat potensi bahaya yang ditemukan serta mengetahui



tingkat resiko akibat bahaya yang dihasilkan. Selanjutnya, dilakukan identifikasi mengenai resiko terbesar yang ada pada UKM Tahu Mbah Joyo yang kemudian dapat segera ditindaklanjuti.

## 2. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan yang ditujukan untuk UKM Tahu Mbah Joyo bertujuan untuk dapat meningkatkan *food safety* pada seluruh proses produksi tahu hingga tahu sampai ke konsumen sehingga dapat aman untuk dikonsumsi, yang didasarkan pada metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu FMEA dan HACCP. Setelah diketahui proses-proses mana yang dapat menimbulkan resiko bahaya yang besar, dapat dirumuskan rekomendasi perbaikan yang dapat ditawarkan pada UKM untuk mengurangi potensi bahaya serta mengurangi tingkat pengembalian tahu dengan dihasilkannya tahu yang sesuai standar dan aman untuk dikonsumsi.

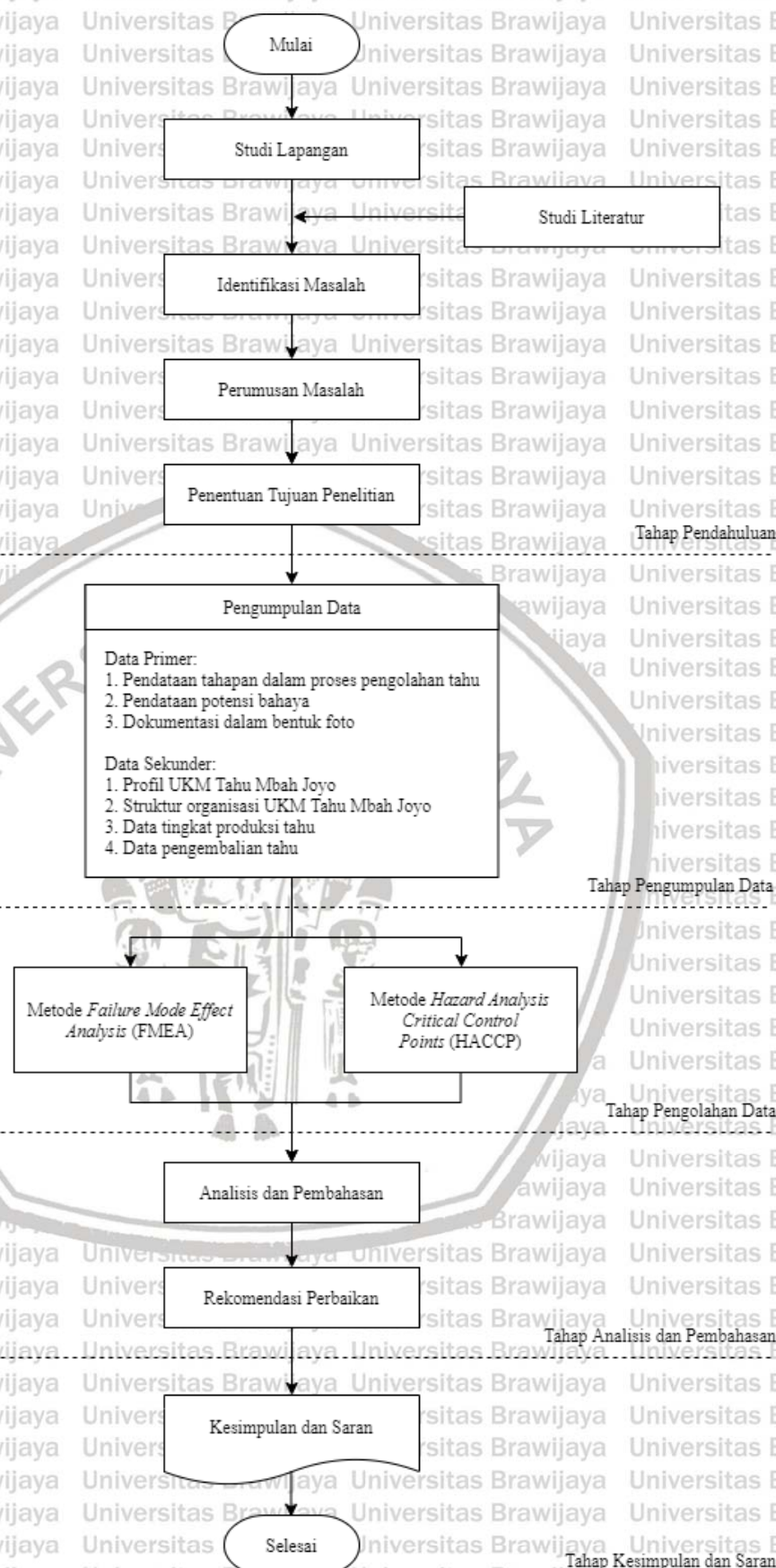
### 3.3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian. Tahap ini berisi mengenai kesimpulan dari pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis dari permasalahan penelitian yang menjawab tujuan penelitian di awal. Di samping itu juga terdapat saran yang diberikan kepada UKM yang diharapkan dapat membantu untuk meningkatkan kualitas dari tahu yang diproduksi.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 di bawah ini merupakan diagram alir dari penelitian yang dilaksanakan.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian





Halaman ini sengaja dikosongkan.

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait analisis serta pembahasan dari data yang telah dikumpulkan dan diolah. Dari analisis dan pembahasan permasalahan kemudian akan disusun rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan.

#### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Usaha Kecil Menengah atau UKM Mbah Joyo merupakan suatu unit usaha yang bergerak di bidang produksi tahu, yaitu dengan jenis tahu putih, tahu cokelat setengah jadi, dan tahu cokelat siap konsumsi. UKM ini berdiri sejak tahun 1947 yang dirintis oleh Mbah Joyo yang kemudian diturunkan kepada anak cucunya hingga saat ini. UKM Tahu Mbah Joyo adalah salah satu produsen tahu yang cukup dikenal oleh masyarakat kota Salatiga. Meskipun proses produksi tahu pada unit usaha ini masih menggunakan cara konvensional, pemasaran tahu yang dihasilkan telah dilakukan secara luas di daerah kota Salatiga. Tahu dipasarkan di tempat-tempat penjualan yang ada pada kota ini dengan sistem titip, salah satunya adalah pada pedagang yang ada di pasar kota Salatiga. Selain itu, warga di sekitar rumah produksi juga seringkali membeli tahu secara langsung pada UKM Tahu Mbah Joyo.

Dari ketiga jenis tahu yang diproduksi, tahu putih merupakan tahu yang paling tinggi tingkat produksinya pada UKM ini. Tingkat produksi tahu putih pada setiap bulannya kurang lebih sebanyak 4.300 cetakan tahu. Dalam satu kali proses pengolahan tahu mulai dari proses perendaman kedelai hingga produk tahu jadi dapat menghasilkan 8 cetakan, yang mana dalam satu kali proses tersebut menghabiskan kurang lebih 15 kg kedelai. Kedelai yang digunakan sebagai bahan baku tahu ini dipasok dari pasar kota Salatiga, yang juga merupakan tempat pemasaran dari produk tahu ini.

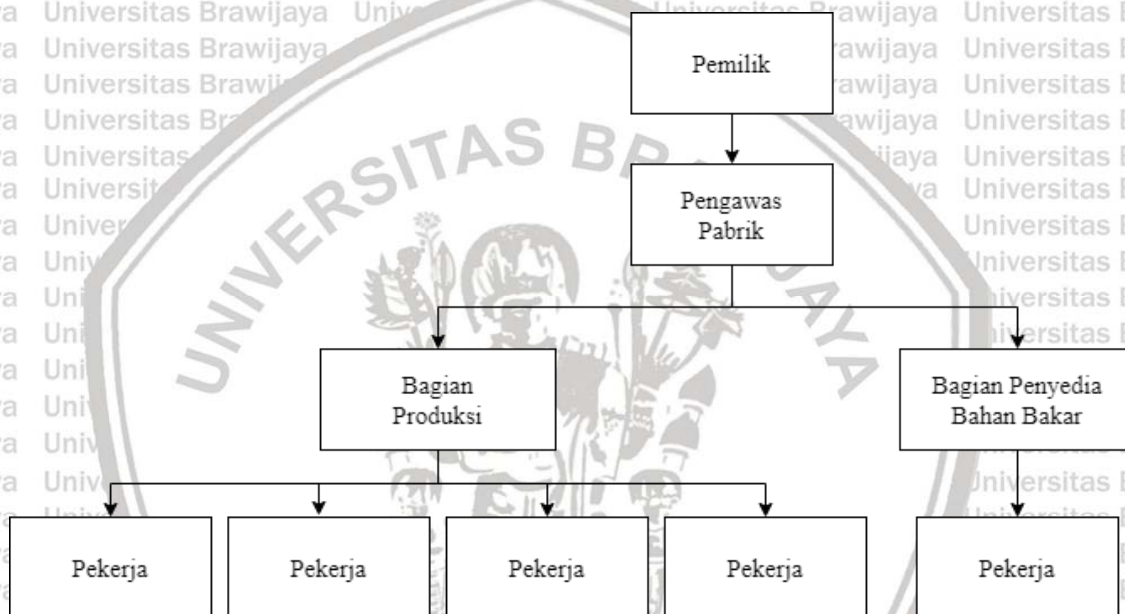
Pada setiap harinya, UKM Tahu Mbah Joyo dapat memproduksi 19 sampai 20 garapan atau proses dengan jumlah pekerjanya sebanyak 7 orang, yang terdiri dari pekerja untuk proses inti pengolahan tahu yang terdiri dari penggilingan, pemasakan, penyaringan, pengendapan, pencetakan, pemotongan, dan pengiriman tahu. Untuk proses seperti perendaman kedelai dilakukan secara bergantian antar pekerja. Proses produksinya sendiri dilakukan setiap hari, yaitu hari Senin hingga Minggu pada pukul 07.00 – 21.00.



Dalam proses pengolahannya, UKM Tahu Mbah Joyo masih menggunakan cara konvensional yang menggunakan tenaga manusia pada setiap prosesnya. Dalam proses pemasakan tahu, tahu dimasak dengan menggunakan bak terbuka dengan pemanasan yang berasal dari bahan bakar sekam. Penggunaan mesin hanya ada pada proses penggilingan kedelai saja, selain proses tersebut dilakukan secara manual dengan tenaga manusia.

#### 4.1.1 Struktur Organisasi Perusahaan

UKM Tahu Mbah Joyo dikepalai oleh pemilik dari UKM ini yang sekaligus menjadi pengawas pabrik ketika kegiatan produksi berlangsung. Struktur organisasi dari UKM Tahu Mbah Joyo ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi UKM Tahu Mbah Joyo

#### 4.1.2 Visi dan Misi

UKM Tahu Mbah Joyo memiliki visi dan misi yang nantinya akan digunakan untuk mencapai tujuan dari organisasi. Di bawah ini merupakan visi dan misi dari UKM Tahu Mbah Joyo.

1. Visi: Menghasilkan produk tahu yang berkualitas demi kepuasan pelanggan
2. Misi:
  - a. Memaksimalkan produktivitas dari tenaga kerja yang tersedia
  - b. Melakukan pengadaan bahan baku yang memiliki kualitas baik dan terjamin
  - c. Menjalankan usaha produksi tahu tanpa pengawet



### 4.1.3 Deskripsi Produk

UKM Tahu Mbah Joyo memproduksi tiga jenis varian tahu yang terdiri dari tahu putih, tahu cokelat setengah jadi, dan tahu cokelat siap dikonsumsi. Proses produksi dari ketiga jenis tahu ini secara umum memiliki tahapan serta peralatan produksi yang sama, hanya saja yang membedakan ialah pada tahap proses penggorengan tahu. Pada tahu putih, setelah proses pemotongan tahu, tahu tidak dilakukan proses penggorengan melainkan langsung dilakukan pengiriman ke pedagang untuk dijual, sehingga konsumen harus mengolah tahu terlebih dulu untuk nantinya siap untuk dikonsumsi. Proses penggorengan dilakukan pada produk tahu cokelat setengah jadi dan tahu cokelat siap dikonsumsi. Tahu putih yang telah dipotong-potong kemudian dilakukan penggorengan pada wajan besar sehingga dapat menghasilkan kedua jenis tahu cokelat ini.

Untuk tahu cokelat setengah jadi, penggorengan dilakukan selama 3-5 menit. Pada jenis tahu ini, sebenarnya tahu sudah dapat dikonsumsi oleh konsumen, namun biasanya tahu cokelat setengah jadi diperuntukkan untuk konsumen yang menggunakan tahu untuk diolah lebih lanjut sebagai kudapan atau masakan. Pada tahu cokelat siap konsumsi, tahu juga digoreng, namun dengan waktu penggorengan yang berbeda, yaitu selama 5-10 menit. Jenis tahu ini merupakan jenis tahu yang siap untuk dikonsumsi dan tidak dijual ke pedagang pasar melainkan konsumen yang datang langsung ke rumah produksi. Maka dari itu, pada tahu siap konsumsi ini proses penggorengan dilakukan ketika ada pesanan dari konsumen.

Gambar 4.2 merupakan varian tahu yang diproduksi oleh UKM Tahu Mbah Joyo.



Gambar 4.2 Varian Tahu (a) Tahu Putih, (b) Tahu Cokelat Setengah Jadi, dan (c) Tahu Cokelat Siap Konsumsi

Ketiga jenis tahu ini memiliki bahan dasar kedelai yang diolah sedemikian rupa melalui serangkaian proses. Pada tahap pengiriman ke pedagang di pasar kota, tahu tidak dikemas



dalam kemasan apapun. Tahu ditaruh secara langsung ke dalam ember yang memiliki material plastik PP (*polypropylene*) kemudian ditutup menggunakan plastik atau langsung diangkut dari cetakan yang ada sebelumnya. Gambar 4.3 merupakan proses ketika tahu akan dikirim menggunakan motor.



Gambar 4.3 Pengiriman Tahu Menggunakan Motor

#### 4.1.4 Proses Produksi

Terdapat serangkaian proses produksi dari pembuatan tahu pada UKM Tahu Mbah Joyo mulai dari pengantaran bahan baku kedelai hingga pengiriman tahu ke pedagang. Di bawah ini merupakan penjelasan pada setiap proses produksinya.

1. Proses pengantaran kedelai dari pasar ke rumah produksi

Kedelai yang menjadi bahan dasar dari pembuatan tahu, diantarkan dari pemasok yang ada di pasar kota Salatiga. Kedelai dimasukkan dalam karung bagor atau *roll* yang terbuat dari bahan PP (*polypropylene*). Pengantaran kedelai ke rumah produksi dilakukan 3 hari sekali sebanyak 1 ton setiap pengantarannya dengan menggunakan truk.

2. Proses perendaman kedelai

Kedelai kemudian direndam dalam air bersih yang ada pada wadah baskom plastik berbahan dasar plastik. Air yang digunakan untuk perendaman merupakan air yang telah ditampung di bak. Sumber air yang ditampung ini berasal dari mata air yang terletak tidak jauh dari rumah produksi. Proses perendaman kedelai ini dilakukan selama kurang lebih 3 jam untuk kedelai dapat bersih dari segala kotoran. Tujuan dari perendaman kedelai selain untuk membersihkan kedelai dari kotoran yaitu untuk melunakkan kedelai agar tidak terlalu keras saat digiling.





Gambar 4.4 Perendaman Kedelai

### 3. Proses penggilingan kedelai

Kedelai yang telah direndam dan bersih dari kotoran kemudian dilakukan proses penggilingan dengan menggunakan mesin khusus gilingan. Proses ini berlangsung selama kurang lebih 2 jam yang nantinya akan menghasilkan sari kedelai yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan tahu.



Gambar 4.5 Penggilingan Kedelai

### 4. Proses pemasakan kedelai

Setelah didapatkan sari kedelai dari proses penggilingan, selanjutnya adalah proses pemasakan kedelai yang dilakukan pada bak terbuka. Pemanasan pada proses ini diperoleh dari sekam yang dibakar. Selama proses masak, juga dilakukan pengadukan pada kedelai menggunakan spatula besar yang terbuat dari kayu. Kedelai diaduk dengan cukup sering agar tidak gosong.





Gambar 4.6 Pemasakan Kedelai

5. Proses penyaringan (antara sari dengan ampas tahu)

Kedelai yang telah dimasak kemudian akan disaring yang hasilnya adalah sari tahu dan ampas tahu. Sari tahu nantinya akan digunakan dan diproses lebih lanjut, sedangkan ampas tahu disisihkan. Penyaringan antara sari dan ampas tahu dilakukan dengan menggunakan saringan tahu atau yang biasa disebut dengan kain batis dengan material polyester.



Gambar 4.7 Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu

6. Proses pengendapan sari tahu

Pengendapan sari tahu dilakukan untuk memisahkan antara sari tahu dengan air endapan atau yang biasa disebut dengan air kecut. Nantinya untuk proses berikutnya yang akan digunakan adalah sari tahu yang sudah diendapkan. Pengendapan ini dilakukan di bak terbuka dengan pengadukan di awal proses pengendapan oleh pekerja.





Gambar 4.8 Pengendapan Sari Tahu

#### 7. Proses pencetakan tahu

Setelah proses pengendapan selesai, sari tahu yang telah mengendap kemudian dicetak. Pencetakan dilakukan dengan menggunakan cetakan tahu atau widing dari anyaman bambu. Dalam satu kali proses pengolahan atau penggarapan tahu akan menghasilkan 8 cetakan tahu.



Gambar 4.9 Pencetakan Tahu

#### 8. Proses pendinginan tahu

Proses pencetakan kemudian dilanjutkan ke proses pendinginan tahu, dimana pada proses ini tahu diletakkan pada rak terbuka untuk didiamkan selama satu malam. Ketika tahu telah didinginkan maka tekstur tahu akan menjadi padat dan siap untuk dipotong.





Gambar 4.10 Pendinginan Tahu

9. Proses pemotongan tahu

Tahu yang sudah padat selanjutnya dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran tertentu. Untuk membantu pemotongan agar tahu yang dihasilkan nantinya sama panjang dan lebar, digunakan bambu panjang yang fungsinya sebagai penggaris.



Gambar 4.11 Pemotongan Tahu

10. Proses penggorengan tahu

Untuk tahu putih yang dijual ke pedagang pasar tidak melewati proses penggorengan, sehingga setelah dilakukan proses pemotongan tahu langsung diantar ke pasar. Tahu cokelat setengah jadi dan tahu cokelat siap konsumsi merupakan produk hasil tahu putih yang dilakukan proses penggorengan. Durasi waktu penggorengan antara kedua jenis tahu cokelat ini berbeda. Tahu cokelat setengah jadi kurang lebih digoreng selama 3-5 menit yang kemudian oleh konsumen akan diolah lebih lanjut untuk dijadikan hidangan. Sementara itu, dibutuhkan waktu 5-10 menit untuk tahu cokelat siap konsumsi digoreng. Khusus tahu cokelat siap konsumsi ini tidak dijual ke pasar melainkan berdasarkan pesanan dari konsumen yang datang ke rumah produksi langsung.





Gambar 4.12 Penggorengan Tahu

#### 11. Proses pengiriman tahu ke pedagang pasar

Tahu putih dan tahu cokelat setengah jadi yang telah selesai diolah kemudian diantarkan pada pedagang yang ada di pasar kota Salatiga. Tahu dimasukkan ke dalam ember bermaterial plastik atau secara langsung dari cetakan diangkut ke kendaraan, motor atau mobil, yang nantinya akan membawa tahu tersebut ke pedagang pasar. Apabila diantar menggunakan motor, ember berisi tahu terlebih dahulu ditutup oleh plastik. Pengiriman tahu dilakukan di hari itu juga ketika tahu selesai diproses.



Gambar 4.13 Pengiriman Tahu ke Pasar

### 4.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pada penelitian ini, jenis FMEA yang digunakan adalah FMEA Proses, yang dimana analisis kegagalan difokuskan pada kegiatan proses produksi yang berlangsung. Dalam melakukan analisis FMEA, perlu terlebih dahulu ditentukan kriteria dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk penentuan nilai RPN atau *Risk Priority Number*. Tabel 4.1 merupakan *effect* serta kriteria dari *severity* yang telah disesuaikan dengan kondisi lapangan.



Tabel 4.1  
Kriteria Penilaian *Severity* pada UKM

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<b>Kriteria</b>
<i>None</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak menimbulkan penyakit</li> <li>▪ Tidak mengakibatkan perubahan pada tahu</li> </ul>
<i>Very Slight</i>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak menimbulkan penyakit</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu</li> </ul>
<i>Slight</i>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak menimbulkan penyakit</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik</li> </ul>
<i>Minor</i>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit namun penderita masih dapat beraktivitas dan sembuh dengan cepat</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik</li> </ul>
<i>Moderate</i>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit namun penderita masih dapat beraktivitas dan sembuh dengan cepat</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu, ataupun ketiganya</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik</li> </ul>
<i>Severe</i>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit namun penderita masih dapat beraktivitas dan sembuh dengan cepat</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu, ataupun ketiganya</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik, ataupun ketiganya</li> </ul>
<i>High Severity</i>	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit yang parah hingga penderita harus dirawat secara medis</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu, ataupun ketiganya</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik, ataupun ketiganya</li> </ul>
<i>Very High Severity</i>	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit yang parah hingga penderita harus dirawat secara medis</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap salah satu bagian pada rasa, penampakan, atau bau pada tahu, ataupun ketiganya</li> <li>▪ Adanya kontaminasi antara bahaya dalam segi bahaya biologis, kimia, atau fisik, ataupun ketiganya</li> <li>▪ Adanya pelanggaran terhadap peraturan pemerintah</li> <li>▪ Tahu tidak dapat dikonsumsi</li> </ul>
<i>Extreme Severity</i>	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menimbulkan penyakit yang parah hingga penderita harus dirawat secara medis</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap seluruh bagian rasa, penampakan, dan bau pada tahu</li> <li>▪ Adanya kontaminasi seluruh bahaya biologis, kimia, dan fisik</li> <li>▪ Adanya pelanggaran terhadap peraturan pemerintah</li> <li>▪ Tahu tidak dapat dikonsumsi</li> </ul>



Tabel 4.1  
Kriteria Penilaian *Severity* pada UKM (lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
<i>Maximum Severity</i>	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat mengakibatkan kematian</li> <li>▪ Adanya perubahan terhadap seluruh bagian rasa, penampakan, dan bau pada tahu</li> <li>▪ Adanya kontaminasi seluruh bahaya biologis, kimia, dan fisik</li> <li>▪ Menyebabkan pelanggaran terhadap peraturan pemerintah</li> <li>▪ Tahu tidak dapat dikonsumsi</li> </ul>

Tabel 4.2 merupakan *occurrence* serta kriteria mengenai seberapa sering kemungkinan resiko yang terjadi yang telah disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Tabel 4.2  
Kriteria Penilaian *Occurrence* pada UKM

<i>Occurrence</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>	<i>Kriteria Kontaminasi dalam 1x Proses Pengolahan</i>
Sangat Rendah	1	Tidak ada kontaminasi	0
	2	Hampir tidak terjadi kontaminasi	1-2 kali terjadi kontaminasi
	3	Sangat kecil terjadi kontaminasi	3-4 kali terjadi kontaminasi
Rendah	4	Kecil terjadi kontaminasi	5-6 kali terjadi kontaminasi
	5	Sangat jarang terjadi kontaminasi	7-8 kali terjadi kontaminasi
	6	Jarang terjadi kontaminasi	9-10 kali terjadi kontaminasi
Sedang	7	Lumayan sering terjadi kontaminasi	11-12 kali terjadi kontaminasi
	8	Sering terjadi kontaminasi	13-14 kali terjadi kontaminasi
	9	Sangat sering terjadi kontaminasi	15-16 kali terjadi kontaminasi
Tinggi	10	Kontaminasi terjadi 17 kali atau lebih	≥17 kali terjadi kontaminasi

Tabel 4.3 merupakan *detection* serta kriteria dari tingkat deteksi penyebab kegagalan yang telah disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Tabel 4.3  
Kriteria Penilaian *Detection* pada UKM

<i>Detection</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
Hampir Pasti	1	Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan alat yang mempunyai keakuratan hampir pasti
Sangat Tinggi	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan alat yang mempunyai keakuratan sangat tinggi</li> <li>▪ Untuk memiliki keakuratan hampir pasti harus melakukan 1 kali pengulangan</li> </ul>



Tabel 4.3  
Kriteria Penilaian *Detection* pada UKM (lanjutan)

<i>Detection</i>	<i>Ranking</i>	<i>Kriteria</i>
Tinggi	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan alat yang mempunyai keakuratan tinggi</li> <li>■ Untuk memiliki keakuratan hampir pasti harus melakukan 2 kali pengulangan</li> </ul>
Cukup Tinggi	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan alat yang mempunyai keakuratan cukup tinggi</li> <li>■ Untuk memiliki keakuratan hampir pasti harus melakukan 3 kali pengulangan</li> </ul>
Sedang	5	Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan panca indera manusia, yaitu penciuman, penglihatan, peraba, dan pengecap
Rendah	6	Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan panca indera manusia, yaitu penciuman, penglihatan, dan peraba
Sangat Rendah	7	Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan panca indera manusia, yaitu penciuman dan penglihatan
Sedikit Kemungkinan	8	Dalam mendeteksi kontaminasi menggunakan panca indera manusia, yaitu penglihatan
Sangat Sedikit Kemungkinan	9	Dalam mendeteksi kontaminasi tidak dapat menggunakan panca indera manusia dan memerlukan peralatan pengujian
Hampir Tidak Ada Kemungkinan	10	Tidak ada peralatan pengujian yang dapat digunakan untuk mendeteksi

Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* atau FMEA dilakukan pada proses yang ada pada UKM Tahu Mbah Joyo, mulai dari kedelai diantarkan dari pemasok ke rumah produksi hingga tahu sampai ke tangan pedagang pasar. Tabel 4.4 merupakan seluruh proses pada UKM Tahu Mbah Joyo.

Tabel 4.4  
Proses pada UKM Tahu Mbah Joyo

No.	Proses
<b>Pengiriman dan Penerimaan Kedelai dari Pemasok</b>	
1	Mengantarkan karung berisi kedelai ke rumah produksi
2	Memasukkan karung ke rumah produksi
3	Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok
<b>Perendaman Kedelai</b>	
1	Mengambil kedelai dari karung
2	Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember
3	Mengisi baskom dengan air bersih
4	Mendiamkan kedelai untuk direndam
5	Memuang air rendaman
<b>Penggilingan Kedelai</b>	
1	Menyalakan mesing penggiling
2	Memasukkan kedelai ke corong gilingan
3	Mengalirkan air dari selang penyemprot
4	Sari kedelai mengalir dan masuk ke ember
<b>Pemasakan Kedelai</b>	
1	Menyalakan api dari sekam yang sudah tersedia
2	Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan



Tabel 4.4  
Proses pada UKM Tahu Mbah Joyo (lanjutan)

No.	Proses
3	Mengaduk sari kedelai
<b>Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu</b>	
1	Menuang sari kedelai ke saringan
2	Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu
3	Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom
<b>Pengendapan Sari Tahu</b>	
1	Memasukkan sari tahu ke bak pengendapan
2	Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal
3	Mendiamkan sari tahu untuk mengendap
4	Memisahkan sari tahu dengan air endapan
<b>Pencetakan dan Pendinginan Tahu</b>	
1	Menuang sari tahu ke cetakan
2	Melakukan pengepresan tahu menggunakan tumpukan
3	Memindahkan cetakan yang berisi sari tahu ke rak
4	Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman
<b>Pemotongan dan Penggorengan Tahu</b>	
1	Memisahkan tahu dengan cetakan
2	Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang
3	Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng
4	Melakukan penggorengan
5	Meniriskan tahu
<b>Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar</b>	
1	Memasukkan potongan tahu ke ember
2	Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau dari anyaman bambu langsung)

#### 4.2.1 Pengiriman dan Penerimaan Kedelai dari Pemasok

Tabel 4.5 merupakan proses pengiriman dan penerimaan kedelai dari pemasok yang nantinya akan dimasukkan dan disimpan ke dalam rumah produksi yang memiliki *potential failure mode*.



Tabel 4.5  
Proses Pengiriman dan Penerimaan Kedelai dari Pemasok

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok	Biologis: 1. <i>Aspergillus fumigatus</i> 2. <i>Fusarium sp</i> Kimia: - Fisik: 1. Debu pada udara luar	Biologis: 1. Kualitas biji kedelai menurun Fisik: 1. Biji kedelai terkontaminasi debu	5	1. Waktu yang cukup panjang atau lama mulai dari pengantaran, penerimaan, hingga penyimpanan biji kedelai 2. Penyimpanan kedelai di ruang semi terbuka 3. Karung bagor yang tidak diikat dengan baik sehingga debu dapat masuk	3	1. Memasukkan kedelai dalam rumah produksi dengan segera (tidak membiarkan kedelai terpapar lingkungan luar terlalu lama)	8	120

Di bawah ini merupakan penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pengiriman dan penerimaan kedelai dari pemasok.

1. Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

a. Kontaminasi biologis

Penyimpanan kedelai merupakan faktor yang penting untuk menjaga kualitas dari kedelai. Meskipun diproduksi, ditangani, dan disimpan dalam kondisi yang sama dan stabil, biji kedelai lebih cepat mengalami kerusakan dibandingkan dengan jenis biji-bijian yang lain (Delouche, 1982). Karakteristik ini membuat kedelai harus disimpan dengan sebaik mungkin agar kedelai terhindar dari mikroorganisme yang berbahaya, seperti jamur atau kapang. Jenis jamur yang umum ditemui pada biji kedelai yang disimpan adalah *Aspergillus sp* dan *Fusarium sp*. *Aspergillus fumigatus* merupakan salah satu jenis dari *Aspergillus sp* yang merugikan dan dapat



menimbulkan infeksi, seperti otomikosis, onikomikosis, aspergilosis, dan keratomikosis (Suparyati & Supriyo, 2015). Organ dalam pada tubuh yang dapat terinfeksi akibat jamur ini antara lain paru-paru, otak, ginjal, dan jantung. *Fusarium* sp adalah salah satu jenis spesies jamur yang mampu menyerang biji kedelai yang sedang dalam penyimpanan. Jenis jamur ini menginfeksi biji kedelai secara sistemik. *Fusarium* dapat menjadi patogen atau mikroorganisme toksik atau penyebab penyakit pada manusia dan hewan (Moretti, 2009). Pada kenyataannya, UKM Tahu Mbah Joyo belum menerapkan standar-standar untuk kondisi penyimpanan biji kedelai yang tepat dan sesuai. Biji kedelai diterima sekaligus disimpan dalam kondisi yang sama, yaitu tetap berada di dalam karung bagor yang tidak diikat dengan rapat dan diletakkan dalam rumah produksi yang semi terbuka. Hal tersebut akan memicu berkembangnya bakteri atau mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi biji kedelai.

b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari kedelai yang nantinya akan diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus* sp dan *Clostridium* sp (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat



mengkontaminasi kedelai yang nantinya akan diolah sehingga menurunkan kualitas tahu yang dihasilkan.

#### 4.2.2 Perendaman Kedelai

Tabel 4.6 merupakan serangkaian proses dari tahap perendaman kedelai mulai dari mengambil kedelai dari karung yang memiliki *potential failure mode*.

Tabel 4.6  
Proses Perendaman Kedelai

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Mengambil kedelai dari karung	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara disertai sdebu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada kedelai Fisik: 1. Biji kedelai tercemar oleh debu	4	1. Tangan pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6	96
Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara disertai debu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada kedelai Kimia: 1. Kedelai mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Biji kedelai tercemar oleh debu	7	1. Tangan pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai 2. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan	6	168



Tabel 4.6  
Proses Perendaman Kedelai (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Mengisi baskom dengan air bersih	Biologis: 1. <i>Escherichia coli</i> 2. <i>Salmonella</i> 3. <i>Shigella</i> 4. Lumut Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara disertai debu	Biologis: 1. Air rendaman yang tercemar bakteri serta lumut Kimia: 1. Kedelai mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Debu dari udara yang dapat mengkontaminasi kedelai	7	1. Kontaminasi yang sering ditemukan pada air 2. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	5	1. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan 2. Mengecek air untuk rendaman tidak keruh	8	280

Di bawah ini merupakan gambar kondisi perendaman kedelai pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses perendaman kedelai.



Gambar 4.14 Kondisi Perendaman Kedelai & Bak Air

1. Mengambil kedelai dari karung

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pengambilan kedelai dari karung yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.



a. Kontaminasi biologis

Proses pengambilan kedelai dari karung tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan, radang otot, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk



ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

## 2. Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Proses memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

### b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember atau baskom besar sebagai wadah untuk kedelai direndam. Ember atau baskom ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setiap



proses perendaman kedelai selesai dilakukan. Setelah pencucian, ember dan baskom diletakkan lagi ke tempat biasanya dilakukan perendaman kedelai tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses perendaman selanjutnya. Pembilasan ember dan baskom yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember dan baskom. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi kedelai yang direndam. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan



semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

### 3. Mengisi baskom dengan air bersih

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pengisian baskom dengan air bersih yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

#### a. Kontaminasi biologis

Perendaman kedelai dilakukan dengan merendam kedelai dengan air bersih, yang mana sebelumnya air telah ditampung dalam bak besar. Air yang ditampung untuk proses perendaman kedelai ini berasal dari sumber mata air yang terletak tidak jauh dari rumah produksi. Sumber mata air yang digunakan ini merupakan kolam besar dengan air bersih yang terus mengalir. UKM Tahu Mbah Joyo menggunakan sarana perpipaan untuk menyalurkan air yang memiliki koneksi langsung dari mata air ke rumah produksi, tanpa adanya koneksi silang. Untuk proses produksi sendiri, terdapat beberapa standar mengenai suplai air yang harus dipenuhi berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. HK. 00.05.5.1639 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga (CPPB-IRT), diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Air yang digunakan harus air bersih dalam jumlah yang cukup memenuhi seluruh kebutuhan proses produksi
- 2) Sumber dan pipa air untuk keperluan selain pengolahan pangan seharusnya terpisah dan diberi warna yang berbeda.
- 3) Air yang kontak langsung dengan pangan sebelum diproses harus memenuhi persyaratan air bersih.

UKM Tahu Mbah Joyo melakukan pengurasan air pada bak penampungan selama 6 bulan sekali. Menurut Ety & Lidia (2018), pengurasan bak air paling lama adalah 1 kali dalam seminggu, agar bak dapat terjaga kebersihannya dan terhindar dari jentik nyamuk yang mungkin muncul. Pengurasan berfungsi untuk membersihkan kotoran yang menempel pada dinding bak, salah satunya yaitu membersihkan lumut yang berpotensi muncul pada bak. Ketika lumut menempel pada dinding bak, akan dapat mencemari air yang ada di dalam bak yang kemudian mengkontaminasi kedelai yang akan diproses pada saat perendaman. Tidak menutup kemungkinan untuk air yang ada di dalam bak juga terkontaminasi oleh bakteri. Salah satu bakteri yang umumnya ditemukan di air adalah *Escherichia coli*. Bakteri yang biasa disebut



dengan *E. coli* ini merupakan salah satu bakteri pencemar biologis. Dalam jumlah sedikit, jika bakteri ini mengkontaminasi produk makanan maka akan dapat menimbulkan penyakit bagi siapapun yang mengonsumsinya. Penyakit yang ditimbulkan yaitu diare berat, dehidrasi, mual, muntah, pendarahan, dan yang lebih parah yaitu gagal ginjal (Zakki, 2015). Selain *Escherichia coli*, mikroorganisme yang biasa ditemukan pada air adalah *Salmonella*. Bakteri *Salmonella* merupakan bakteri yang dapat menyebabkan *salmonellosis*, yaitu penyakit yang ditimbulkan karena mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh *Salmonella*. Gejala yang muncul akibat penyakit ini antara lain demam, sakit kepala, mual, dan muntah-muntah. Salah satu spesies bakteri ini yaitu *Salmonella thypi* bahkan dapat menyebabkan penyakit demam tifus. Bakteri lain yang umumnya mengkontaminasi air adalah *Shigella* yang dapat menimbulkan gejala-gejala jika masuk ke dalam tubuh, yaitu demam, diare, dan nyeri atau kram perut.

b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember atau baskom besar sebagai wadah kedelai direndam air bersih. Ember atau baskom ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setiap proses perendaman kedelai selesai dilakukan. Setelah pencucian, ember dan baskom diletakkan lagi ke tempat biasanya dilakukan perendaman kedelai tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses perendaman selanjutnya. Pembilasan ember dan baskom yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember dan baskom. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi kedelai yang direndam. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di



UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.3 Penggilingan Kedelai

Tabel 4.7 merupakan serangkaian proses dari tahap penggilingan kedelai mulai dari memasukkan kedelai ke corong gilingan yang memiliki *potential failure mode*.



Tabel 4.7  
Proses Penggilingan Kedelai

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Memasukkan kedelai ke corong gilingan	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: 1. Cemaran logam Fisik: 1. Karat besi 2. Kondisi udara disertai debu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada kedelai Kimia: 1. Kedelai tercemar zat kimia yaitu logam atau karat besi yang ada pada corong Fisik: 1. Biji kedelai tercemar oleh debu	6	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Kontaminasi yang umumnya terjadi pada besi	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai	6	144
Mengalirkan air dari selang penyemprot	Biologis: 1. <i>Escherichia Coli</i> 2. <i>Salmonella</i> 3. <i>Shigella</i> Kimia: 1. Cemaran logam Fisik: 1. Karat besi 2. Kondisi udara disertai debu	Biologis: 1. Air untuk gilingan yang tercemar bakteri Kimia: 1. Kedelai tercemar zat kimia yaitu logam yang ada pada corong Fisik: 1. Kedelai tercemar karat besi 2. Debu dari udara yang dapat mengkontaminasi kedelai	6	1. Kontaminasi yang sering ditemukan pada air 2. Kontaminasi yang umumnya terjadi pada besi 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	3	Melakukan pengaliran air terlebih dulu sebelum disemprotkan pada gilingan yang bertujuan untuk membersihkan bagian dalam selang	8	144



Tabel 4.7  
Proses Penggilingan Kedelai (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Sari kedelai mengalir dan masuk ke ember	Biologis: - Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan 3. Cemaran logam Fisik: 1. Karat besi 2. Kondisi udara disertai debu	Kimia: 1. Kedelai mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada ember 2. Kedelai tercemar zat kimia yaitu logam yang ada pada corong Fisik: 1. Kedelai tercemar karat besi 2. Debu dari udara yang dapat mengkontaminasi kedelai	7	1. Pembilasan dan pengeringan ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 2. Kontaminasi yang umumnya terjadi pada besi dari lingkungan rumah produksi	3	1. Memastikan ember bersih sebelum digunakan	8	168

Di bawah ini merupakan gambar kondisi penggilingan kedelai pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses penggilingan kedelai.



Gambar 4.15 Kondisi Penggilingan Kedelai

1. Memasukkan kedelai ke corong gilingan

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses memasukkan kedelai ke corong gilingan yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.



a. Kontaminasi biologis

Proses memasukkan kedelai ke corong gilingan tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016).

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

b. Kontaminasi kimia

Makanan sebagai kebutuhan dasar manusia selain harus memenuhi kadar gizi tertentu, juga harus tergolong aman, salah satunya yaitu terbebas dari mikroorganisme, maupun senyawa kimia atau logam yang dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia (Imansyah, 2005). Kontaminasi logam umumnya banyak terjadi pada industri pengolahan makanan. Kontaminasi dapat ditemukan pada mesin atau peralatan yang berkontak langsung dengan produk olahan makanan. Pada proses penggilingan, kedelai dimasukkan terlebih dulu ke corong gilingan pada mesin. Corong gilingan yang terbuat dari besi ini dapat menjadi penyebab kontaminasi logam pada kedelai. Kontaminasi dapat berasal dari corong gilingan terkelupas, pecah, atau retak yang kemudian mencemari kedelai. Proses oksidasi pada logam corong gilingan yang menyebabkan perkaratan juga merupakan tanda adanya pencemaran. Logam yang memiliki daya racun dapat berdampak pada kesehatan manusia (Ika, 2012). Dengan terakumulasinya kandungan logam pada



tubuh manusia, akan dapat berdampak pada munculnya penyakit seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, sembelit, diare, sirosis ginjal, dan radang sendi (Parulian, 2009).

#### c. Kontaminasi fisik

Kondisi corong gilingan yang pada bagian-bagian tertentu berkarat akan dapat mencemari kedelai yang akan digiling. Karat besi ini dapat terkelupas dan retak hingga menempel ke kedelai. Menurut dr. Mega Muzdalifah (2019), karat besi merupakan besi yang teroksidasi yang sebenarnya memiliki komposisi besi dan oksigen. Apabila karat tidak sengaja tertelan atau termakan, misalnya menempel pada alat makan, tidak mengakibatkan efek yang berbahaya. Namun jika karat dalam kondisi kotor dan mengandung kuman, akan dapat menyebabkan gejala, diantaranya yaitu diare, mual, muntah, sakit perut, demam, dan lain sebagainya. Selain itu, lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.



## 2. Mengalirkan air dari selang penyemprot

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses mengalirkan air dari selang penyemprot yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Dalam proses penggilingan kedelai, diperlukan sedikit air agar penggilingan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan bersih hingga dapat menghasilkan sari kedelai.

Air yang digunakan merupakan air bersih, yang mana sebelumnya air telah ditampung dalam bak besar. Air yang ditampung berasal dari sumber mata air yang terletak tidak jauh dari rumah produksi. Sumber mata air yang digunakan ini merupakan kolam besar dengan air bersih yang terus mengalir. UKM Tahu Mbah Joyo menggunakan sarana perpipaan untuk menyalurkan air yang memiliki koneksi langsung dari mata air ke rumah produksi, tanpa adanya koneksi silang. Untuk proses produksi sendiri, terdapat beberapa standar mengenai suplai air yang harus dipenuhi berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI No. HK. 00.05.5.1639 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga (CPPB-IRT), diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Air yang digunakan harus air bersih dalam jumlah yang cukup memenuhi seluruh kebutuhan proses produksi
- 2) Sumber dan pipa air untuk keperluan selain pengolahan pangan seharusnya terpisah dan diberi warna yang berbeda.
- 3) Air yang kontak langsung dengan pangan sebelum diproses harus memenuhi persyaratan air bersih.

UKM Tahu Mbah Joyo melakukan pengurasan air pada bak penampungan selama 6 bulan sekali. Menurut Ety & Lidia (2018), pengurasan bak air paling lama adalah 1 kali dalam seminggu, agar bak dapat terjaga kebersihannya dan terhindar dari jentik nyamuk yang mungkin muncul. Pengurasan berfungsi untuk membersihkan kotoran yang menempel pada dinding bak, salah satunya yaitu membersihkan lumut yang berpotensi muncul pada bak. Ketika lumut menempel pada dinding bak, akan dapat mencemari air yang ada di dalam bak yang kemudian mengkontaminasi kedelai yang akan diproses pada saat perendaman. Tidak menutup kemungkinan untuk air yang ada di dalam bak juga terkontaminasi oleh bakteri. Salah satu bakteri yang umumnya ditemukan di air adalah *Escherichia coli*. Bakteri yang biasa disebut dengan *E. coli* ini merupakan salah satu bakteri pencemar biologis. Dalam jumlah sedikit, jika bakteri ini mengkontaminasi produk makanan maka akan dapat



menimbulkan penyakit bagi siapapun yang mengonsumsinya. Penyakit yang ditimbulkan yaitu diare berat, dehidrasi, mual, muntah, pendarahan, dan yang lebih parah yaitu gagal ginjal (Zakki, 2015). Selain *Escherichia coli*, mikroorganisme yang biasa ditemukan pada air adalah *Salmonella*. Bakteri *Salmonella* merupakan bakteri yang dapat menyebabkan *salmonellosis*, yaitu penyakit yang ditimbulkan karena mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh *Salmonella*. Gejala yang muncul akibat penyakit ini antara lain demam, sakit kepala, mual, dan muntah-muntah. Salah satu spesies bakteri ini yaitu *Salmonella thypi* bahkan dapat menyebabkan penyakit demam tifus. Bakteri lain yang umumnya mengkontaminasi air adalah *Shigella* yang dapat menimbulkan gejala-gejala jika masuk ke dalam tubuh, yaitu demam, diare, dan nyeri atau kram perut.

b. Kontaminasi kimia

Makanan sebagai kebutuhan dasar manusia selain harus memenuhi kadar gizi tertentu, juga harus tergolong aman, salah satunya yaitu terbebas dari mikroorganisme, maupun senyawa kimia atau logam yang dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia (Imansyah, 2005). Kontaminasi logam umumnya banyak terjadi pada industri pengolahan makanan. Kontaminasi dapat ditemukan pada mesin atau peralatan yang berkontak langsung dengan produk olahan makanan. Pada proses penggilingan, kedelai dimasukkan terlebih dulu ke corong gilingan pada mesin. Corong gilingan yang terbuat dari besi ini dapat menjadi penyebab kontaminasi logam pada kedelai. Kontaminasi dapat berasal dari corong gilingan terkelupas, pecah, atau retak yang kemudian mencemari kedelai. Proses oksidasi pada logam corong gilingan yang menyebabkan perkaratan juga merupakan tanda adanya pencemaran. Logam yang memiliki daya racun dapat berdampak pada kesehatan manusia (Ika, 2012). Dengan terakumulasinya kandungan logam pada tubuh manusia, akan dapat berdampak pada munculnya penyakit seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, sembelit, diare, sirosis ginjal, dan radang sendi (Parulian, 2009).

c. Kontaminasi fisik

Kondisi corong gilingan yang pada bagian-bagian tertentu berkarat akan dapat mencemari kedelai yang akan digiling. Karat besi ini dapat terkelupas dan retak hingga menempel ke kedelai. Menurut dr. Mega Muzdalifah (2019), karat besi merupakan besi yang teroksidasi yang sebenarnya memiliki komposisi besi dan oksigen. Apabila karat tidak sengaja tertelan atau termakan, misalnya menempel



pada alat makan, tidak mengakibatkan efek yang berbahaya. Namun jika karat dalam kondisi kotor dan mengandung kuman, akan dapat menyebabkan gejala, diantaranya yaitu diare, mual, muntah, sakit perut, demam, dan lain sebagainya. Selain itu, lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

### 3. Sari kedelai mengalir dan masuk ke ember

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses saat sari kedelai mengalir dan masuk ke ember yang mencakup kontaminasi kimia dan fisik sebagai berikut.

#### a. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember besar sebagai wadah sari kedelai. Ember dicuci menggunakan sabun cuci piring setelah beberapa kali penggunaan. Setelah pencucian, ember diletakkan lagi ke tempat biasanya dilakukan penggilingan kedelai tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses penggilingan selanjutnya. Pembilasan ember yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari



sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember dan baskom. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi sari kedelai. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012). Kontaminasi kimia lainnya yaitu kontaminasi logam yang umumnya banyak terjadi pada industri pengolahan makanan. Makanan sebagai kebutuhan dasar manusia selain harus memenuhi kadar gizi tertentu, juga harus tergolong aman, salah satunya yaitu terbebas dari mikroorganisme, maupun senyawa kimia atau logam yang dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia (Imansyah, 2005). Kontaminasi logam dapat ditemukan pada mesin atau peralatan yang berkontak langsung dengan produk olahan makanan. Pada proses penggilingan, kedelai mengalami kontak langsung dengan besi pada mesin. Besi ini dapat menjadi penyebab kontaminasi logam pada kedelai. Kontaminasi dapat berasal dari mesin gilingan terkelupas, pecah, atau retak yang kemudian mencemari kedelai. Proses oksidasi pada logam corong gilingan yang menyebabkan perkaratan juga merupakan tanda adanya pencemaran. Logam yang memiliki daya racun dapat berdampak pada kesehatan manusia (Ika, 2012). Dengan terakumulasinya kandungan logam pada tubuh manusia, akan dapat berdampak pada munculnya penyakit seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, sembelit, diare, sirosis ginjal, dan radang sendi (Parulian, 2009).

**b. Kontaminasi fisik**

Kondisi corong gilingan yang pada bagian-bagian tertentu berkarat akan dapat mencemari kedelai yang akan digiling. Karat besi ini dapat terkelupas dan retak hingga menempel ke kedelai. Menurut dr. Mega Muzdalifah (2019), karat besi merupakan besi yang teroksidasi yang sebenarnya memiliki komposisi besi dan oksigen. Apabila karat tidak sengaja tertelan atau termakan, misalnya menempel pada alat makan, tidak mengakibatkan efek yang berbahaya. Namun jika karat dalam kondisi kotor dan mengandung kuman, akan dapat menyebabkan gejala, diantaranya



yaitu diare, mual, muntah, sakit perut, demam, dan lain sebagainya. Selain itu, lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.4 Pemasakan Kedelai

Tabel 4.8 merupakan serangkaian proses dari tahap pemasakan kedelai mulai dari menuangkan sari kedelai ke dalam bak pemasakan yang memiliki *potential failure mode*.



Tabel 4.8  
Proses Pemasakan Kedelai

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu yang menempel di bak pemasakan	Biologis: 1. Adanya kontamina si bakteri pada sari kedelai Fisik: 1. Sari kedelai tercemar oleh debu	4	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak pemasakan	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6	96
Mengaduk sari kedelai	Biologis: 1. Spora jamur Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu yang menempel di bak pemasakan terbuka 3. Debu pada spatula	Biologis: 1. Adanya kontamina si jamur pada sari kedelai Fisik: 1. Sari kedelai tercemar oleh debu	5	1. Jamur yang biasa tumbuh pada kayu (spatula) yang lembab 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak pemasakan	3	1. Mencuci spatula setelah beberapa kali pemakaian	6	90

Di bawah ini merupakan gambar kondisi proses masak kedelai pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pemasakan kedelai.



Gambar 4.16 Kondisi Proses Masak Kedelai



# 1. Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses penuangan sari kedelai ke dalam bak pemasakan yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

## a. Kontaminasi biologis

Proses penuangan sari kedelai ke dalam bak pemasakan tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

## b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada bak pemasakan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi



penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008).

Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

## 2. Mengaduk sari kedelai

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pengadukan sari kedelai yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Dalam melakukan pengadukan sari kedelai yang sedang dimasak, UKM Tahu Mbah Joyo menggunakan spatula besar yang terbuat dari kayu. Pengadukan dilakukan beberapa kali selama sari kedelai dimasak. Ketika pengadukan selesai, spatula biasanya diletakkan pada bibir bak pemasakan. Spatula yang terbuat dari kayu ini memungkinkan untuk mikroorganisme bertumbuh disana. Mikroorganisme ini merupakan spora jamur yang biasanya tumbuh pada permukaan kayu yang lembab. Jamur adalah mikroorganisme yang tidak termasuk ke dalam golongan tumbuhan dan tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (Sutanto, 2008). Kayu adalah salah satu media yang sangat berpotensi terserang jamur. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti media kayu itu sendiri yang memiliki kelembaban tinggi, karena aktivitas pengadukan yang membuat spatula kayu dalam kondisi basah sehingga uap air disekitarnya juga tinggi. Selain itu, kotoran atau debu yang menempel pada spatula kayu ini juga merupakan faktor pemicu tumbuhnya spora jamur. Kontaminasi produk pangan dari spora jamur ini akan dapat menimbulkan keracunan, dengan gejala muntah dan diare, serta alergi (Gandi, 2019).

### b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta yang khususnya menempel pada bak pemasakan



dan spatula pengaduk dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.5 Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu

Tabel 4.9 merupakan serangkaian proses dari tahap penyaringan antara sari dan ampas tahu mulai dari melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu yang memiliki *potential failure mode*.



Tabel 4.9  
Proses Penyaringan Antara Sari dan Ampas Tahu

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu pada saringan tahu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada sari tahu Fisik: 1. Sari tahu tercemar oleh debu	4	1. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak memasak 2. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai	6	96
Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara disertai debu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada sari tahu Kimia: 1. Sari tahu mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Sari tahu tercemar oleh debu	7	1. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak penyaringan 3. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri	4	1. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan 2. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai	6	168



Di bawah ini merupakan gambar kondisi penyaringan sari kedelai pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses penyaringan antara sari dan ampas tahu.



Gambar 4.17 Kondisi Penyaringan Sari Kedelai

1. Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

a. Kontaminasi biologis

Proses penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya



menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada saringan tahu dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

2. Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses penuangan sari tahu hasil saringan ke baskom yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

a. Kontaminasi biologis

Proses penuangan sari tahu ke baskom tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel



pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016).

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember atau baskom besar sebagai wadah sari tahu. Ember atau baskom ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setelah beberapa kali penggunaan. Setelah pencucian, ember dan baskom diletakkan lagi ke tempat semula tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses penuangan selanjutnya. Pembilasan ember dan baskom yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember dan baskom. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi sari tahu. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut



dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.6 Pengendapan Sari Tahu

Tabel 4.10 merupakan serangkaian proses dari tahap pengendapan sari tahu mulai dari mengaduk sari tahu beberapa saat di awal yang memiliki *potential failure mode*.

Tabel 4.10.

Proses Pengendapan Sari Tahu

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal	Biologis: 1. Spora jamur Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu yang menempel di bak pengendapan terbuka 3. Debu pada spatula	Biologis: 1. Sari tahu terkontaminasi jamur Fisik: 1. Sari tahu terkontaminasi oleh debu	5	1. Jamur yang biasa tumbuh pada kayu (spatula) yang lembab 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak pengendapan	3	1. Mencuci spatula setelah beberapa kali pemakaian	6	90



Tabel 4.10  
Proses Pengendapan Sari Tahu (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Memisahkan sari tahu dengan air endapan	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu yang menempel di bak pengendapan terbuka	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada sari tahu Kimia: 1. Sari tahu mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Sari tahu tercemar oleh debu	7	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan bak pengendapan	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai 2. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan	6	168

Di bawah ini merupakan gambar kondisi pengendapan sari tahu pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pengendapan sari tahu.



Gambar 4.18 Kondisi Pengendapan Sari Tahu



# 1. Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pengadukan sari tahu beberapa saat di awal yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

## a. Kontaminasi biologis

Dalam melakukan pengadukan sari tahu yang sedang diendapkan, UKM Tahu Mbah Joyo menggunakan spatula besar yang terbuat dari kayu. Pengadukan dilakukan di awal proses pengendapan. Ketika pengadukan selesai, spatula biasanya diletakkan pada bibir bak pemasakan. Spatula yang terbuat dari kayu ini memungkinkan untuk mikroorganisme bertumbuh disana. Mikroorganisme ini merupakan spora jamur yang biasanya tumbuh pada permukaan kayu yang lembab. Jamur adalah mikroorganisme yang tidak termasuk ke dalam golongan tumbuhan dan tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (Sutanto, 2008). Kayu adalah salah satu media yang sangat berpotensi terserang jamur. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti media kayu itu sendiri yang memiliki kelembaban tinggi, karena aktivitas pengadukan yang membuat spatula kayu dalam kondisi basah sehingga uap air disekitarnya juga tinggi. Selain itu, kotoran atau debu yang menempel pada spatula kayu ini juga merupakan faktor pemicu tumbuhnya spora jamur. Kontaminasi produk pangan dari spora jamur ini akan dapat menimbulkan keracunan, dengan gejala muntah dan diare, serta alergi (Gandi, 2019).

## b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada bak pengendapan dan spatula dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab



keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

## 2. Memisahkan sari tahu dengan air endapan

Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pemisahan sari tahu dengan air endapan yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Proses pemisahan sari tahu dengan air endapan tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

### b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember atau baskom besar sebagai wadah sari tahu yang sudah dipisahkan dengan air endapan. Ember atau baskom ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setelah beberapa kali penggunaan. Setelah pencucian, ember dan



baskom diletakkan lagi ke tempat semula tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses pemisahan selanjutnya.

Pembilasan ember dan baskom yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember dan baskom. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi sari tahu. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

#### c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada bak pengendapan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016).

*Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri



ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.7 Pencetakan dan Pendinginan Tahu

Tabel 4.11 merupakan serangkaian proses dari tahap pencetakan dan pendinginan tahu mulai dari menuang sari tahu ke cetakan yang memiliki *potential failure mode*.

Tabel 4.11  
Proses Pencetakan dan Pendinginan Tahu

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Menuang sari tahu ke cetakan	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> 3. Spora jamur Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu pada cetakan 3. Serpihan bambu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada sari tahu Fisik: 1. Sari tahu tercampur dengan serpihan bambu pada cetakan 2. Sari tahu tercemar oleh debu	5	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Jamur yang biasanya tumbuh pada kayu atau anyaman bambu (cetakan) 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai 2. Membilas cetakan tahu dengan air segera setelah pendinginan selesai	6	120



Tabel 4.11  
Proses Pencetakan dan Pendinginan Tahu (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	RP D N
Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	Biologis: 1. <i>Escherichia coli</i> 2. <i>Salmonella</i> 3. <i>Shigella</i> 4. Spora jamur Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu pada cetakan 3. Serpihan bambu	Biologis: 1. Menurunnya kualitas tahu karena kontaminasi bakteri dan jamur Fisik: 1. Tahu yang didinginkan tercampur dengan serpihan bambu pada cetakan 2. Tahu tercemar oleh debu	5	1. Kontaminasi bakteri pada tahu karena pendinginan dilakukan di ruang terbuka dan berada di tengah-tengah proses produksi lainnya 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi 3. Anyaman bambu sebagai cetakan yang lama kelamaan serat-serat maupun serpihan bambunya keluar	6	1. Mengecek dan memastikan cetakan yang digunakan masih dalam kualitas yang baik dan tidak ada serabut dari anyaman yang keluar-keluar	8 240

Di bawah ini merupakan gambar kondisi pencetakan dan pendinginan tahu pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pencetakan dan pendinginan tahu.



Gambar 4.19 Kondisi Proses Pencetakan dan Pendinginan Tahu



1. Menuang sari tahu ke cetakan  
Terdapat bahaya kontaminasi pada proses penuangan sari tahu ke cetakan yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

- a. Kontaminasi biologis

Proses penuangan sari tahu ke cetakan tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010). Selain mikroorganisme di atas, kontaminasi biologi pada proses ini juga dapat berasal dari spora jamur yang dapat tumbuh pada cetakan tahu. Cetakan ini terbuat dari anyaman bambu. Dengan kondisi cetakan yang lembab dan terkontaminasi oleh debu serta kotoran, akan memicu spora jamur untuk bertumbuh. Jamur adalah mikroorganisme yang tidak termasuk ke dalam golongan tumbuhan dan tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (Sutanto, 2008). Kontaminasi produk pangan dari spora jamur ini akan dapat menimbulkan keracunan, dengan gejala muntah dan diare, serta alergi (Gandi, 2019).

- b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di



UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada cetakan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

## 2. Mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Tahu yang telah dimasukkan dalam cetakan, kemudian didinginkan dengan diletakkan pada rak terbuka yang berada di lantai produksi yang sama dengan proses-proses lainnya. Posisi rak pendinginan tahu yang berdekatan dengan bak berisi air yang digunakan untuk perendaman akan memungkinkan tahu terkena cipratan air dari bak tersebut dan kemudian terkontaminasi dengan bakteri pada air. Salah satu bakteri yang umumnya ditemukan di air adalah *Escherichia coli*. Bakteri yang biasa disebut dengan *E. coli* ini merupakan salah satu bakteri pencemar biologis. Dalam jumlah sedikit, jika bakteri ini mengkontaminasi produk makanan maka akan dapat menimbulkan penyakit bagi siapapun yang mengonsumsinya. Penyakit yang ditimbulkan yaitu diare berat, dehidrasi, mual, muntah, pendarahan, dan yang lebih parah yaitu gagal ginjal (Zakki, 2015). Selain *Escherichia coli*,



mikroorganisme yang biasa ditemukan pada air adalah *Salmonella*. Bakteri *Salmonella* merupakan bakteri yang dapat menyebabkan *salmonellosis*, yaitu penyakit yang ditimbulkan karena mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh *Salmonella* (Sulistio, 2012). Gejala yang muncul akibat penyakit ini antara lain demam, sakit kepala, mual, dan muntah-muntah. Salah satu spesies bakteri ini yaitu *Salmonella thypi* bahkan dapat menyebabkan penyakit demam tifus. Bakteri lain yang umumnya mengkontaminasi air adalah *Shigella* yang dapat menimbulkan gejala-gejala jika masuk ke dalam tubuh, yaitu demam, diare, dan nyeri atau kram perut. Selain mikroorganisme di atas, kontaminasi biologi pada proses ini juga dapat berasal dari spora jamur yang dapat tumbuh pada cetakan tahu. Cetakan ini terbuat dari anyaman bambu. Dengan kondisi cetakan yang lembab dan terkontaminasi oleh debu serta kotoran, akan memicu spora jamur untuk bertumbuh. Jamur adalah mikroorganisme yang tidak termasuk ke dalam golongan tumbuhan dan tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (Sutanto, 2008). Kontaminasi produk pangan dari spora jamur ini akan dapat menimbulkan keracunan, dengan gejala muntah dan diare, serta alergi (Gandi, 2019).

b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada cetakan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam



waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.8 Pemotongan dan Penggorengan Tahu

Tabel 4.12 merupakan serangkaian proses dari tahap pemotongan dan penggorengan tahu mulai dari memisahkan tahu dengan cetakan yang memiliki *potential failure mode*.

Tabel 4.12  
Proses Pemotongan dan Penggorengan Tahu

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Memisahkan tahu dengan cetakan	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu pada cetakan	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada tahu Fisik: 1. Tahu tercemar oleh debu	4	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan cetakan	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal proses pengolahan tahu dimulai	6	96



Tabel 4.12  
Proses Pemotongan dan Penggorengan Tahu (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu 2. Debu yang menempel pada bambu 3. Serpihan bambu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada tahu Fisik: 1. Serpihan bambu dapat terselip ke dalam tahu 2. Tahu tercemar oleh debu	4	1. Serat atau serpihan pada bambu yang rontok 2. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan cetakan	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6	96
Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: - Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada tahu Fisik: 1. Tahu tercemar oleh debu	4	1. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	4	1. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6	96



Tabel 4.12  
Proses Pemotongan dan Penggorengan Tahu (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Melakukan penggorengan	Biologis: Kimia: 1. Cemaran logam Fisik: 1. Karat besi 2. Kondisi udara disertai debu 3. Debu yang menempel pada wajan dan serok	Kimia: 1. Tahu tercemar zat kimia logam yang ada pada wajan Fisik: 1. Tahu tercemar oleh karat besi pada wajan 2. Debu dari udara dan yang ada pada wajan dapat mengkontaminasi tahu	6	1. Kontaminasi yang umumnya terjadi pada logam 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	3	1. Memastikan serok yang digunakan bersih tanpa karat	8	144
Meniriskan tahu	Biologis: - Kimia: 1. Cemaran logam Fisik: 1. Karat besi 2. Kondisi udara disertai debu 3. Debu yang menempel pada serok	Kimia: 1. Tahu tercemar zat kimia logam yang ada pada wajan Fisik: 1. Tahu tercemar oleh karat besi pada wajan 2. Debu dari udara dan yang ada pada serok dapat mengkontaminasi tahu	6	1. Kontaminasi yang umumnya terjadi pada logam 2. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi	3	1. Memastikan serok yang digunakan bersih tanpa karat	8	144

Di bawah ini merupakan gambar kondisi pemotongan tahu pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pemotongan dan pengiriman tahu ke pedagang pasar.





Gambar 4.20 Kondisi Pemotongan dan Penggorengan Tahu

#### 1. Memisahkan tahu dengan cetakan

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses memisahkan tahu dengan cetakan yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

##### a. Kontaminasi biologis

Proses memisahkan tahu dari cetakan tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016).

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan.

Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).



#### b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada cetakan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah, sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 2. Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

##### a. Kontaminasi biologis

Proses mengiris tahu tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan



bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.



### 3. Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng yang mencakup kontaminasi biologis dan fisik sebagai berikut.

#### a. Kontaminasi biologis

Untuk memasukkan tahu ke wajan, pekerja menggunakan tangan tanpa perlengkapan apapun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

#### b. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara serta khususnya yang menempel pada cetakan dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi



penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008).

Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4. Melakukan penggorengan

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses melakukan penggorengan yang mencakup kontaminasi kimia dan fisik sebagai berikut.

##### a. Kontaminasi kimia

Makanan sebagai kebutuhan dasar manusia selain harus memenuhi kadar gizi tertentu, juga harus tergolong aman, salah satunya yaitu terbebas dari mikroorganisme, maupun senyawa kimia atau logam yang dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia (Imansyah, 2005). Kontaminasi logam umumnya banyak terjadi pada industri pengolahan makanan. Kontaminasi dapat ditemukan pada mesin atau peralatan yang berkontak langsung dengan produk olahan makanan. Pada proses penggorengan, peralatan yang digunakan ialah serok dengan bahan dasarnya *stainless steel* atau baja nirkarat. *Stainless steel* merupakan salah satu jenis logam yang biasanya digunakan pada peralatan masak, yang juga disebut dengan baja nirkarat (Ade, 2019). Serok yang terbuat dari *stainless steel* ini dapat memicu kontaminasi logam pada tahu. Kontaminasi dapat berasal dari serok yang terkelupas, pecah, atau retak yang kemudian mencemari kedelai. Proses oksidasi pada logam serok yang menyebabkan perkaratan juga merupakan tanda adanya pencemaran. Logam yang memiliki daya racun dapat berdampak pada kesehatan manusia (Ika, 2012). Dengan terakumulasinya kandungan logam pada tubuh manusia, akan dapat berdampak pada munculnya penyakit seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, sembelit, diare, sirosis ginjal, dan radang sendi (Parulian, 2009).



b. Kontaminasi fisik

*Stainless steel* merupakan salah satu jenis logam yang biasanya digunakan pada peralatan masak, yang juga disebut dengan baja tahan karat karena memang bahan ini cenderung tahan terhadap karat (Ade, 2019). Namun meskipun begitu, *stainless steel* tetap memiliki kemungkinan untuk berkarat. Kondisi serok yang pada bagian-bagian tertentu berkarat akan dapat mencemari tahu. Karat besi ini dapat terkelupas dan retak hingga menempel ke tahu. Menurut dr. Mega Muzdalifah (2019), karat besi merupakan besi yang teroksidasi yang sebenarnya memiliki komposisi besi dan oksigen. Apabila karat tidak sengaja tertelan atau termakan, misalnya menempel pada makanan atau alat makan, tidak mengakibatkan efek yang berbahaya. Namun jika karat dalam kondisi kotor dan mengandung kuman, akan dapat menyebabkan gejala, diantaranya yaitu diare, mual, muntah, sakit perut, demam, dan lain sebagainya. Selain itu, lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dan khususnya yang menempel pada wajan serta serok dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.



## 5. Meniriskan tahu

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses meniriskan tahu yang mencakup kontaminasi kimia dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi kimia

Makanan sebagai kebutuhan dasar manusia selain harus memenuhi kadar gizi tertentu, juga harus tergolong aman, salah satunya yaitu terbebas dari mikroorganisme, maupun senyawa kimia atau logam yang dapat memberikan dampak pada kesehatan manusia (Imansyah, 2005). Kontaminasi logam umumnya banyak terjadi pada industri pengolahan makanan. Kontaminasi dapat ditemukan pada mesin atau peralatan yang berkontak langsung dengan produk olahan makanan. Pada saat penirisan tahu seussai digoreng, peralatan yang digunakan ialah serok dengan bahan dasarnya *stainless steel* atau baja nirkarat. *Stainless steel* merupakan salah satu jenis logam yang biasanya digunakan pada peralatan masak, yang juga disebut dengan baja nirkarat (Ade, 2019). Serok yang terbuat dari *stainless steel* ini dapat memicu kontaminasi logam pada tahu. Kontaminasi dapat berasal dari serok yang terkelupas, pecah, atau retak yang kemudian mencemari kedelai. Proses oksidasi pada logam serok yang menyebabkan perkaratan juga merupakan tanda adanya pencemaran. Logam yang memiliki daya racun dapat berdampak pada kesehatan manusia (Ika, 2012). Dengan terakumulasinya kandungan logam pada tubuh manusia, akan dapat berdampak pada munculnya penyakit seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, sembelit, diare, sirosis ginjal, dan radang sendi (Parulian, 2009).

### b. Kontaminasi fisik

*Stainless steel* merupakan salah satu jenis logam yang biasanya digunakan pada peralatan masak, yang juga disebut dengan baja tahan karat karena memang bahan ini cenderung tahan terhadap karat (Ade, 2019). Namun meskipun begitu, *stainless steel* tetap memiliki kemungkinan untuk berkarat. Kondisi serok yang pada bagian-bagian tertentu berkarat akan dapat mencemari tahu. Karat besi ini dapat terkelupas dan retak hingga menempel ke tahu. Menurut dr. Mega Muzdalifah (2019), karat besi merupakan besi yang teroksidasi yang sebenarnya memiliki komposisi besi dan oksigen. Apabila karat tidak sengaja tertelan atau termakan, misalnya menempel pada makanan atau alat makan, tidak mengakibatkan efek yang berbahaya. Namun jika karat dalam kondisi kotor dan mengandung kuman, akan dapat menyebabkan gejala, diantaranya yaitu diare, mual, muntah, sakit perut, demam, dan lain



sebagainya. Selain itu, lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dan khususnya yang menempel pada serok dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

#### 4.2.9 Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar

Tabel 4.13 merupakan serangkaian proses dari tahap pengiriman tahu ke pedagang pasar mulai dari memasukkan potongan tahu ke ember yang memiliki *potential failure mode*.



Tabel 4.13  
Proses Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	D	RP N
Memasukkan potongan tahu ke ember	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri pada tahu Kimia: 1. Tahu mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Tahu tercemar oleh debu	7	1. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 2. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan cetakan	5	1. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan 2. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6	210



Tabel 4.13  
Proses Pengiriman Tahu ke Pedagang Pasar (lanjutan)

Proses	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	S	Potential Causes	O	Current Control	RP D N
Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau dari anyaman bambu langsung)	Biologis: 1. <i>Staphylococcus aureus</i> 2. <i>Streptococcus pyogenes</i> 3. Spora jamur Kimia: 1. Phthalates 2. Triclosan Fisik: 1. Kondisi udara yang berdebu	Biologis: 1. Adanya kontaminasi bakteri dan jamur pada tahu Kimia: 1. Tahu mengandung kontaminasi dari sisa sabun atau busa pencuci yang masih tertinggal pada baskom/ember Fisik: 1. Tahu tercemar oleh debu	7	1. Pembilasan dan pengeringan baskom/ember yang belum bersih dan kering setelah proses pencucian 2. Tangan maupun pakaian pekerja yang tidak bersih sehingga membawa bakteri 3. Kontaminasi debu dari lingkungan rumah produksi dan cetakan	6	1. Memastikan baskom/ember bersih sebelum digunakan 2. Pekerja mencuci tangan di awal sebelum proses pengolahan tahu dimulai	6 252

Di bawah ini merupakan gambar kondisi pemotongan tahu pada UKM serta penjelasan secara rinci mengenai *potential failure mode* dari proses pemotongan dan pengiriman tahu ke pedagang pasar.



Gambar 4.21 Kondisi Pengiriman Tahu



# 1. Memasukkan potongan tahu ke ember

Terdapat bahaya kontaminasi saat proses memasukkan potongan tahu ke ember yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

## a. Kontaminasi biologis

Proses memasukkan potongan tahu ke ember tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010).

## b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember sebagai wadah tahu yang telah dipotong. Ember ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setelah beberapa kali penggunaan. Setelah pencucian, ember diletakkan lagi ke tempat semula tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses selanjutnya. Pembilasan ember yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi tahu. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem



saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018). Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan. Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

### c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam. Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu.

2. Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau anyaman bambu langsung)  
Terdapat bahaya kontaminasi pada proses pengiriman tahu yang mencakup kontaminasi biologis, kimia, dan fisik sebagai berikut.

### a. Kontaminasi biologis

Proses pengiriman tahu tidak terlepas dari kontak dengan tangan pekerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Mas'ari (2017), bagian



tubuh pada manusia yang paling mudah terkontaminasi bakteri atau mikroorganisme adalah kulit, terutama pada kulit tangan. Seperti yang telah diketahui bahwa tangan merupakan bagian tubuh manusia yang sering melakukan kontak dengan lingkungan sehingga terdapat banyak bakteri yang bisa menempel pada tangan. Bakteri yang umumnya terdapat di tangan manusia adalah *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus pyogenes* (Hendriani, 2016). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri komensal sekaligus patogen oportunistik yang dapat ditemukan pada kulit manusia. Kontaminasi *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri penyebab utama keracunan makanan pada tubuh manusia. Menurut Priyanto (2016), bakteri ini dapat mengkontaminasi produk makanan selama proses produksinya, mulai dari persiapan hingga pengolahan. Gejala yang ditimbulkan dari keracunan ini antara lain kram perut, mual hingga muntah, serta diare yang hebat tanpa disertai demam. *Streptococcus pyogenes* merupakan bakteri kokus yang tidak berspora dan nonmotil yang termasuk dalam bakteri Gram positif. Bakteri ini merupakan salah satu patogen yang juga umumnya menginfeksi manusia yang dapat menyebabkan infeksi tulang, radang otot, meningitis, demam rematik, hingga gagal ginjal (Kusuma, 2010). Selain mikroorganisme di atas, kontaminasi biologi pada proses ini juga dapat berasal dari spora jamur yang dapat tumbuh pada cetakan tahu, karena selain menggunakan ember, pengiriman tahu juga biasanya secara langsung dari cetakan. Cetakan ini terbuat dari anyaman bambu. Dengan kondisi cetakan yang lembab dan terkontaminasi oleh debu serta kotoran, akan memicu spora jamur untuk bertumbuh. Jamur adalah mikroorganisme yang tidak termasuk ke dalam golongan tumbuhan dan tidak dapat menghasilkan makanannya sendiri (Sutanto, 2008). Kontaminasi produk pangan dari spora jamur ini akan dapat menimbulkan keracunan, dengan gejala muntah dan diare, serta alergi (Gandi, 2019).

b. Kontaminasi kimia

Pada proses ini, diperlukan ember sebagai wadah tahu yang akan dipasarkan di pasar kota. Ember ini dicuci menggunakan sabun cuci piring setelah beberapa kali penggunaan. Setelah pencucian, ember diletakkan lagi ke tempat semula tanpa dilakukan pengeringan dan kemudian langsung digunakan kembali untuk proses pengiriman selanjutnya. Pembilasan ember yang mungkin belum menyeluruh serta pengeringan yang juga tidak dilakukan memungkinkan sisa dari sabun cuci atau busa sabun tertinggal pada ember. Sisa sabun atau busa yang ada dapat mengkontaminasi tahu. Pada sabun cuci sendiri, terdapat zat kimia yang berbahaya



bagi kesehatan jika dikonsumsi, diantaranya adalah phthalates dan triclosan. Phthalates diklasifikasikan sebagai racun yang bersifat karsinogenik serta dapat menimbulkan gangguan pada sistem saraf dan juga liver (Widoastuti dkk, 2018).

Phthalates biasanya ditemukan pada sabun cuci piring dan pengharum ruangan. Selain phthalates, zat kimia yang terdapat dalam sabun cuci piring adalah triclosan.

Menurut *Food and Drugs Administration* (FDA) yang merupakan BPOM Amerika, triclosan dapat mengakibatkan lemahnya fungsi tubuh hingga kelumpuhan, masalah jantung, dan pendarahan otak (Iwan, 2012).

c. Kontaminasi fisik

Lingkungan rumah produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan model semi terbuka tentu berdampak pada kondisi udara pada setiap proses pengolahan tahu di UKM. Debu yang ada di udara dapat mencemari produk tahu yang diolah. Menurut dr. Adrian Setiaji (2016), debu yang mencemari produk pangan akan dapat berpengaruh pada kesehatan manusia, diantaranya akan memicu penyakit diare, iritasi pada tenggorokan, hingga infeksi paru-paru. Selain debu, bakteri yang ada di udara merupakan bakteri berspora, yaitu *Bacillus sp* dan *Clostridium sp* (Berliana, 2016). *Bacillus cereus* merupakan bakteri yang menyebabkan keracunan makanan, dimana gejala yang akan ditimbulkan adalah sakit perut, muntah dan diare (Drobniewski, 1993). Makanan yang menjadi penyebab keracunan umumnya mengandung kontaminasi *Bacillus cereus* yang cukup tinggi. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri yang mampu membentuk spora dan termasuk ke dalam bakteri anaerob gram positif (Sudarwanto dkk, 2008). Bakteri ini juga masuk ke dalam bakteri penyebab keracunan makanan. Akibat yang ditimbulkan jika mengalami keracunan ini adalah sakit perut akut serta diare, yang mana gejala yang timbul tersebut umumnya muncul 8-16 jam setelah mengonsumsi produk pangan yang terkontaminasi dan akan sembuh dengan sendirinya dalam waktu 12-24 jam.

Dengan rumah produksi yang semi terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo, akan semakin banyak pula bakteri ataupun mikroorganisme yang ada di udara dan dapat mengkontaminasi produk tahu yang sedang diolah sehingga menurunkan kualitas tahu. Selain dari kondisi udara, suhu simpan dari tahu yang telah jadi serta kondisi pengiriman tahu ke pasar kota juga berpengaruh pada kualitas tahu. Tahu yang siap untuk dipasarkan diletakkan pada rak terbuka yang berada dalam lantai produksi yang sama dengan proses-proses pengolahan tahu lainnya tanpa memperhatikan suhu simpan. Suhu simpan merupakan faktor penting untuk dapat mempertahankan



mutu tahu serta dapat memperpanjang lama ketahanan tahu itu sendiri (Manoe dkk, 2019). Metode pengiriman dengan membawa tahu dalam ember atau cetakan terbuka dengan menggunakan motor juga akan memicu debu dan kotoran dari lingkungan menempel pada tahu. Hal-hal tersebut dapat mengkontaminasi tahu sehingga juga akan menurunkan mutu tahu itu sendiri.

### 1.3 Analisis Hasil FMEA

Dari identifikasi pada setiap proses produksi menggunakan FMEA, dapat disimpulkan bahwa kondisi tahu yang sudah tidak sesuai dengan standar mutu tahu ketika sampai di pedagang disebabkan oleh adanya *failure mode* atau kegagalan dalam bentuk kontaminasi biologis, kimia, ataupun fisik di setiap prosesnya. Kontaminasi ini mencakup kontaminasi dari mikroorganisme, spora jamur, lumut, zat kimia, karat, debu, dan kotoran. Efek yang ditimbulkan dari adanya kontaminasi ini adalah kedelai maupun tahu yang dihasilkan menjadi tercemar sehingga kualitas akhir dari tahu menurun.

Permasalahan dari UKM Tahu Mbah Joyo terkait dengan tahu yang dikembalikan merupakan dampak dari kontaminasi tersebut. Kondisi dari tahu yang diterima oleh pedagang pasar sudah tidak sesuai dengan standar mutu tahu yang mana akan membahayakan kesehatan konsumen akhir jika dikonsumsi. Di bawah ini merupakan permasalahan dari kondisi tahu UKM Tahu Mbah Joyo yang umumnya ditemukan.

#### 1. Penampakan tahu berlendir

Salah satu tanda yang menunjukkan kerusakan tahu adalah dari penampakan tahu yang berlendir. Standar mutu tahu pada SNI 3142:2018 menjelaskan bahwa tahu harus memenuhi beberapa syarat uji, salah satunya ialah penampakan tahu normal tidak berlendir. Santoso (2006) menyatakan terkait munculnya lendir pada tahu dapat disebabkan oleh penurunan daya ikat air oleh protein yang terkandung dalam tahu karena aktivitas mikroorganisme yang terjadi.

#### 2. Tahu berbau asam

Tanda lain yang dimunculkan dari tahu yang dikembalikan oleh pedagang pasar adalah terdapat bau asam pada tahu. Berdasarkan SNI 3142:2018, tahu harus memenuhi syarat berbau normal. Aktivitas mikroorganisme pembusuk yang merusak senyawa-senyawa protein yang kemudian menyebabkan perombakan senyawa menjadi alasan tahu berbau asam atau tidak sedap (Raharjo & Rostiana, 2007).



### 3. Permukaan tahu berjamur

Kondisi dari permukaan tahu yang berjamur tidak begitu sering ditemukan dari tahu yang dikembalikan oleh pedagang. Kondisi yang seringnya muncul pada tahu adalah berlendir dan berbau asam. Sama seperti penampakan tahu yang berlendir, munculnya jamur pada tahu diakibatkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terjadi.

## 4.4 Penentuan Prioritas Risiko

Setelah melakukan identifikasi dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada setiap proses produksi, kemudian diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan prioritas risiko. Tabel 4.14 merupakan rekap hasil RPN pada seluruh proses produksi tahu UKM Tahu Mbah Joyo.

Tabel 4.14  
RPN Pada Seluruh Proses

No.	Proses	RPN
1	Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok	120
2	Mengambil kedelai dari karung	96
3	Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember	168
4	Mengisi baskom dengan air bersih	280
5	Memasukkan kedelai ke corong gilingan	144
6	Mengalirkan air dari selang penyemprot	144
7	Sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom	168
8	Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan	96
9	Mengaduk sari kedelai	90
10	Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu	96
11	Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom	168
12	Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal	90
13	Memisahkan sari tahu dengan air endapan	168
14	Menuang sari tahu ke cetakan	120
15	Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	240
16	Memisahkan tahu dengan cetakan	96
17	Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang	96
18	Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng	96
19	Melakukan penggorengan	144
20	Meniriskan tahu	144
21	Memasukkan potongan tahu ke ember	210
22	Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau dari anyaman bambu langsung)	252

Dari RPN yang telah diperoleh dan direkap, selanjutnya nilai RPN diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah. Tabel 4.15 merupakan hasil dari pengurutan nilai RPN.



Tabel 4.15  
RPN yang Telah Diurutkan

No.	Proses	RPN
1	Mengisi baskom dengan air bersih	280
2	Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau dari anyaman bambu langsung)	252
3	Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	240
4	Memasukkan potongan tahu ke ember	210
5	Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember	168
6	Sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom	168
7	Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom	168
8	Memisahkan sari tahu dengan air endapan	168
9	Memasukkan kedelai ke corong gilingan	144
10	Mengalirkan air dari selang penyemprot	144
11	Melakukan penggorengan	144
12	Meniriskan tahu	144
13	Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok	120
14	Menuang sari tahu ke cetakan	120
15	Mengambil kedelai dari karung	96
16	Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan	96
17	Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu	96
18	Memisahkan tahu dengan cetakan	96
19	Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang	96
20	Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng	96
21	Mengaduk sari kedelai	90
22	Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal	90

Dapat dilihat dari Tabel 4.11 bahwa terdapat empat nilai RPN tertinggi yaitu pada proses mengisi baskom dengan air bersih, melakukan pengiriman tahu, mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman, dan memasukkan potongan tahu ke ember. Nilai RPN ini akan mempermudah dalam menentukan rekomendasi perbaikan nantinya berdasarkan prioritas yang ada.

#### 4.5 Penentuan *Critical Control Point* (CCP)

Selanjutnya dilakukan penentuan *Critical Control Point* (CCP) dari proses pengolahan tahu yang ada pada UKM Tahu Mbah Joyo. *Critical Control Point* (CCP) merupakan tahap atau prosedur pada sistem produksi makanan yang apabila tidak terkendali dapat menyebabkan munculnya resiko kesehatan yang tidak diinginkan (Yantari, 2019). Proses-proses yang termasuk dalam *Critical Control Point* nantinya akan diidentifikasi lebih lanjut untuk dilakukan rekomendasi perbaikan. Dengan adanya tindakan perbaikan, bahaya yang ada pada proses-proses tersebut dapat dicegah, dikurangi, atau dihilangkan. Prioritas perbaikan dibantu oleh nilai RPN yang ada pada metode FMEA sebelumnya. Tabel 4.16



merupakan identifikasi dari setiap proses pengolahan mengenai apakah proses tersebut termasuk dalam CCP atau bukan CCP.

Tabel 4.16  
Critical Control Point (CCP)

Decision Tree							
No	Tahapan Proses	Jenis Bahaya	P1:	P2:	P3:	P4:	CCP/ Bukan CCP
			Apakah ada tindakan pengendalian untuk bahaya yang diidentifikasi?	Apakah tahapan dirancang secara spesifik untuk mengurangi/menghilangkan bahaya yang mungkin terjadi sampai tingkatan yang dapat diterima? Ya : CCP Tidak : Lanjut P3	Apakah bahaya yang diidentifikasi dapat meningkat sampai melebihi batas? Ya : lanjut P4 Tidak : Bukan CCP	Apakah tahap proses berikutnya dapat menghilangkan atau mengurangi bahaya yang teridentifikasi sampai tingkatan yang dapat diterima? Ya : Bukan CCP Tidak : CCP	
1	Melakukan penerimaan dan penyimpanan kedelai dari pemasok	B: Cemaran bakteri K: - F: Debu	Tidak	-	-	-	Bukan CCP
2	Mengambil kedelai dari karung	B: Cemaran bakteri K: - F: Debu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
3	Memasukkan kedelai ke dalam baskom atau ember	B: Cemaran bakteri K: Busa sisa sabun cuci F: Debu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP



Tabel 4.16  
Critical Control Point (CCP) (lanjutan)

No	Tahapan Proses	Jenis Bahaya	Decision Tree				CCP/ Bukan CCP
			P1	P2	P3	P4	
4	Mengisi baskom dengan air bersih	B: Cemaran bakteri dan lumut	Ya	Tidak	Ya	Tidak	CCP
		K: Busa sisa sabun cuci					
		F: Debu					
5	Memasukkan kedelai ke corong gilingan	B: Cemaran bakteri	Ya	Tidak	Ya	Tidak	CCP
		K: Cemaran logam					
		F: Karat, debu					
6	Mengalirkan air dari selang penyemprot	B: Cemaran bakteri	Tidak	-	-	-	Bukan CCP
		K: Cemaran logam					
		F: Karat, debu					
7	Sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom	B: -	Ya	Tidak	Ya	Tidak	CCP
		K: Cemaran logam, busa sisa sabun cuci					
		F: Karat, debu					
8	Menuang sari kedelai ke dalam bak pemasakan	B: Cemaran bakteri	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: -					
		F: Debu					
9	Mengaduk sari kedelai	B: Cemaran jamur	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: -					
		F: Debu					
10	Melakukan penyaringan untuk memisahkan sari dengan ampas tahu	B: Cemaran bakteri	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: -					
		F: Debu					
11	Menuang sari tahu hasil saringan ke baskom	B: Cemaran bakteri	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: Busa sisa sabun cuci					
		F: Debu					
12	Mengaduk sari tahu beberapa saat di awal	B: Cemaran jamur	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: -					
		F: Debu					
13	Memisahkan sari tahu dengan air endapan	B: Cemaran bakteri	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
		K: Busa sisa sabun cuci					
		F: Debu					



Tabel 4.16  
Critical Control Point (CCP) (lanjutan)

No	Tahapan Proses	Jenis Bahaya	Decision Tree				CCP/ Bukan CCP
			P1	P2	P3	P4	
14	Menuang sari tahu ke cetakan	B: Cemarkan bakteri dan jamur K: - F: Debu, serpihan bambu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
15	Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	B: Cemarkan bakteri dan jamur K: - F: Debu, serpihan bambu	Ya	Tidak	Ya	Tidak	CCP
16	Memisahkan tahu dengan cetakan	B: Cemarkan bakteri K: - F: Debu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
17	Mengiris tahu menggunakan bantuan bambu panjang	B: Cemarkan bakteri K: - F: Debu, serpihan bambu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
18	Memasukkan tahu ke wajan untuk digoreng	B: Cemarkan bakteri K: - F: Debu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
19	Melakukan penggorengan	B: - K: Cemarkan logam F: Karat, debu	Tidak	-	-	-	Bukan CCP
20	Meniriskan tahu	B: - K: Cemarkan logam F: Karat, debu	Tidak	-	-	-	Bukan CCP
21	Memasukkan potongan tahu ke ember	B: Cemarkan bakteri K: Busa sisa sabun cuci F: Debu	Ya	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
22	Melakukan pengiriman tahu (dalam bentuk emberan atau dari anyaman bambu langsung)	B: Cemarkan bakteri dan jamur K: Busa sisa sabun cuci F: Debu	Ya	Tidak	Ya	Tidak	CCP



Terdapat lima proses yang termasuk dalam *Critical Control Point* (CCP) berdasarkan tabel 4.16. Penentuan *Critical Control Point* (CCP) pada seluruh proses produksi tahu pada UKM Tahu Mbah Joyo mempermudah dalam mengetahui proses-proses mana saja yang perlu dilakukan perbaikan.

1. Proses pengisian baskom dengan air bersih termasuk ke dalam CCP karena proses ini merupakan proses yang cukup penting dalam menentukan kualitas biji kedelai. Biji kedelai terlebih dahulu direndam dalam air menggunakan wadah baskom. Kualitas air untuk perendaman ini tentunya perlu untuk diperhatikan. Tidak menutup kemungkinan bahwa air yang digunakan tercemar oleh bakteri. Air untuk rendaman ini setelah dialirkan dari mata air yang berada dekat dengan rumah produksi akan ditampung di dalam bak terlebih dahulu. Pengurasan bak dilakukan selama 6 bulan sekali, yang mana standar untuk pengurasan bak air untuk produksi seharusnya dilakukan sekali dalam seminggu (Ety, 2012). Hal ini dapat memicu tumbuhnya lumut pada dinding bak sehingga air di dalamnya berpotensi untuk terkontaminasi oleh lumut tersebut. Bakteri serta lumut yang mencemari air rendaman ini akan menurunkan kualitas dari biji kedelai yang nantinya diolah menjadi tahu. Baskom yang digunakan sebagai wadah rendaman kedelai juga dapat berpengaruh terhadap kualitas kedelai. Sisa sabun cuci atau busa yang tertinggal setelah baskom dicuci juga dapat mengkontaminasi kedelai dengan zat kimia yang terkandung didalamnya.
2. Proses memasukkan kedelai ke corong gilingan termasuk ke dalam CCP karena pada proses ini kedelai mengalami kontak langsung dengan tangan pekerja dan corong gilingan yang memiliki bahan dasar logam. Tangan pekerja yang tidak dilindungi oleh perlengkapan tertentu dapat menjadi *hazard* atau bahaya yang dapat menyebabkan tahu yang dihasilkan nantinya tidak aman untuk dikonsumsi. Bakteri yang menempel pada tangan pekerja merupakan salah satu sumber kontaminasi pada kedelai. Di samping itu, kontaminasi logam yang berasal dari corong gilingan juga merupakan *hazard* pada proses ini. Corong gilingan dapat mengalami proses perkaratan dan karat dapat berpotensi untuk retak, pecah, dan dapat menempel pada kedelai yang akan digiling.
3. Proses pada saat sari kedelai mengalir dan masuk ke ember termasuk ke dalam CCP karena nantinya sari kedelai mengalami kontak langsung dengan mesin gilingan yang berbahan dasar logam. Selain itu, sari kedelai juga akan ditampung di dalam ember yang mana pencucian ember tidak dilakukan secara teratur. Ember dicuci setelah beberapa kali pemakaian dan juga tidak dilakukan pengeringan sesuai dicuci, melainkan langsung digunakan sebagai wadah sari kedelai. Dengan tidak dilakukannya pengeringan,



memungkinkan untuk sisa busa sabun tertinggal sehingga memicu kontaminasi terhadap sari kedelai. Kontaminasi yang ada akan berpengaruh terhadap kualitas tahu yang dihasilkan nantinya.

4. Proses mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman termasuk ke dalam CCP karena kondisi pada saat pendinginan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan agar kualitas dari tahu tetap terjaga dengan baik. Pada kenyataannya selama pendinginan tahu, tahu diletakkan pada rak bambu terbuka yang terletak di tengah lantai produksi, yang mana para pekerja berlalu-lalang di sekitar rak pendinginan tersebut. Hal ini akan memicu kontaminasi bakteri pada tahu yang sedang dilakukan proses pendinginan, mulai dari bakteri yang biasanya ada pada tangan atau pakaian pekerja, maupun bakteri yang ada di udara bebas. Di samping itu, cetakan tahu yang digunakan juga dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas tahu yang dihasilkan. Cetakan tahu yang jarang dicuci dapat membuat kotoran atau serangga mungkin menempel pada cetakan. Kotoran seperti debu, serpihan bambu, ataupun sisa potongan tahu yang tertinggal, akan mencemari tahu yang ada dalam cetakan. Setelah proses pendinginan, untuk tahu putih tidak ada proses pengolahan lebih lanjut dan langsung dilakukan pengiriman ke pedagang pasar. Maka dari itu, pada proses pendinginan ini seharusnya diperhatikan secara khusus, karena akan menghasilkan tahu yang siap kirim sehingga harus terjaga kualitas akhirnya.

5. Proses pada saat melakukan pengiriman tahu termasuk ke dalam CCP karena pada proses ini, tahu mengalami kontak langsung dengan lingkungan luar, sehingga kondisi ketika pengiriman perlu diperhatikan. Pengiriman tahu dilakukan dengan menggunakan mobil dan motor. Tahu diangkut di dalam ember atau cetakan dan ditutup menggunakan plastik. Pencucian ember yang tidak rutin dilakukan serta pengeringan ember setelah pencucian yang juga tidak dilakukan, dapat memicu tercemarnya tahu dari kotoran atau sisa busa sabun cuci. Selain itu, pengiriman tahu yang khususnya menggunakan motor, dapat berpotensi membuat tahu terkontaminasi oleh bakteri maupun debu dari udara luar selama perjalanan menuju pasar. Meskipun telah ditutup oleh plastik, plastik dapat dengan mudah terbuka dan memberi kesempatan untuk bakteri dan debu menempel pada tahu. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dari tahu yang akan dijual.

#### 4.6 Penentuan Batas Kritis Bahaya

Penetapan batas kritis dilakukan setelah *Critical Control Point* (CCP) ditentukan. Batas kritis bahaya yang ditetapkan nantinya merupakan batas toleransi yang masih dapat diterima



dalam mengamankan bahaya. Dengan adanya batas kritis ini, bahaya-bahaya pada CCP dapat secara efektif dikendalikan. Apabila batas kritis yang telah ditetapkan dilanggar, CCP akan terlepas dari kendali sehingga bahaya yang telah diidentifikasi dapat terjadi dan mengancam kesehatan konsumen. Maka dari itu, batas kritis bahaya yang sudah ditetapkan perlu untuk diperhatikan dan tidak boleh dilanggar. Tabel 4.17 merupakan batas kritis bahaya pada UKM Tahu Mbah Joyo dengan urutan proses berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi hingga terendah dan yang termasuk dalam CCP.

Tabel 4.17

## Batas Kritis Bahaya

CCP	Bahaya	Batas Kritis
Mengisi baskom dengan air bersih	<b>Biologis:</b> 1. Kontaminasi bakteri <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> , dan <i>Shigella</i> yang ada pada air untuk rendaman kedelai 2. Kontaminasi lumut yang berasal dari dinding bak yang digunakan untuk menampung air rendaman kedelai	- Kualitas air rendaman memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi (Peraturan Menkes RI No. 32 Tahun 2017) - Batas kandungan mikroba memenuhi standar pada SNI 3142:2018 - Tidak terdapat lumut pada kedelai maupun air rendaman
	<b>Kimia:</b> 1. Kontaminasi zat kimia pthalates dan triclosan dari busa sabun cuci yang masih tertinggal pada baskom	Tidak terdapat kontaminasi kimia (baskom telah tercuci bersih tanpa sisa sabun cuci)
	<b>Fisik:</b> 1. Kontaminasi debu dari udara luar serta bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Clostridium perfringens</i> di udara	Memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012
	<b>Biologis:</b> 1. Kontaminasi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Streptococcus pyogenes</i> yang berasal dari tangan pekerja 2. Kontaminasi jamur yang berasal dari cetakan tahu	- Batas kandungan mikroba memenuhi standar pada SNI 3142:2018 - Tidak terdapat kapang atau jamur pada cetakan
Melakukan pengiriman tahu	<b>Kimia:</b> 1. Kontaminasi zat kimia pthalates dan triclosan dari busa sabun cuci yang masih tertinggal pada baskom	Tidak terdapat kontaminasi kimia (baskom telah tercuci bersih tanpa sisa sabun cuci)
	<b>Fisik:</b> 1. Kontaminasi debu dari udara luar serta bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Clostridium perfringens</i> di udara	- Memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012 - Tahu memiliki bau, rasa, warna, dan penampakan yang normal berdasarkan SNI 3142:2018



Tabel 4.17  
Batas Kritis Bahaya (lanjutan)

CCP	Bahaya	Batas Kritis
Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	<b>Biologis:</b> 1. Kontaminasi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Streptococcus pyogenes</i> yang berasal dari tangan maupun pakaian pekerja	- Batas kandungan mikroba memenuhi standar pada SNI 3142:2018 - Tidak terdapat kapang atau jamur pada cetakan
	2. Kontaminasi jamur yang berasal dari cetakan tahu	
	<b>Kimia:</b> - <b>Fisik:</b> 1. Kontaminasi debu dari udara luar dan yang menempel pada cetakan, serta bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Clostridium perfringens</i> di udara 2. Cemar dari serpihan bambu pada cetakan tahu	Tidak terdapat kontaminasi kimia - Memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012 - Tidak terdapat serpihan bambu pada tahu
Sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom	<b>Biologis:</b> -	Tidak terdapat kontaminasi biologis
	<b>Kimia:</b> 1. Kontaminasi zat kimia pthalates dan triclosan dari busa sabun cuci yang masih tertinggal pada ember 2. Cemar zat kimia pada logam yang berasal dari mesin gilingan	- Baskom bersih dari sabun cuci - Batas cemaran logam memenuhi standar pada SNI 3142:2018
	<b>Fisik:</b> 1. Kontaminasi karat besi yang lapuk atau rontok yang ada pada mesin gilingan 2. Kontaminasi debu dari udara luar serta bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Clostridium perfringens</i> di udara	Memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012
Memasukkan kedelai ke corong gilingan	<b>Biologis:</b> 1. Kontaminasi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Streptococcus pyogenes</i> yang berasal dari tangan maupun pakaian pekerja	Batas kandungan mikroba memenuhi standar pada SNI 3142:2018
	<b>Kimia:</b> 1. Cemar zat kimia pada logam yang berasal dari corong gilingan	Batas cemaran logam memenuhi standar pada SNI 3142:2018
	<b>Fisik:</b> 1. Kontaminasi karat besi yang lapuk atau rontok yang ada pada corong gilingan 2. Kontaminasi debu dari udara luar serta bakteri <i>Bacillus cereus</i> dan <i>Clostridium perfringens</i> di udara	Memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012

Batas kritis pada bahaya-bahaya yang ada di setiap *Critical Control Point* (CCP) sebagian besar didasarkan pada standar yang telah ditetapkan secara nasional, antara lain



Standar Nasional Indonesia 3142:2018 mengenai tahu, Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017, dan standardisasi produk pangan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan RI Tahun 2012.

SNI 3142:2018 mengatur mengenai tahu, yaitu mencakup syarat mutu tahu serta cara pengujian cemaran, baik dari fisik, kimia, maupun biologis. Untuk kriteria uji keadaan yang terdiri dari bau, rasa, warna, dan penampakan, dituliskan bahwa tahu harus dalam keadaan normal dan untuk penampakannya tidak berlendir. Pada bagian kriteria uji cemaran logam, terdapat persyaratan maksimum untuk beberapa unsur, seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), timah (Sn), merkuri (Hg), dan cemaran arsen (As). Untuk cemaran mikroba atau biologis, terdapat kriteria untuk jumlah sampel yang diambil serta batas mikroba. *Escherichia coli* memiliki batas  $<3$  APM/g, *Staphylococcus aureus* dengan batas  $10^2$  koloni/g, dan *Salmonella* dengan batas negatif/25 g. Pada SNI ini terlampir cara pengujian setiap cemaran. Namun untuk cemaran mikroba, mengacu pada SNI ISO tertentu, seperti SNI ISO 7251 untuk cara uji *Escherichia coli*, SNI ISO 6888-1 untuk cara uji *Staphylococcus aureus*, serta SNI ISO 6579 untuk cara uji *Salmonella*.

Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 berisi kebijakan mengenai standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum. Berdasarkan kegunaan air untuk proses pengolahan tahu, air pada UKM ini termasuk dalam keperluan higiene sanitasi. Pada Peraturan Menteri Kesehatan RI ini, dijabarkan mengenai tiga jenis parameter wajib dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan yang harus dipenuhi. Parameter pertama merupakan parameter fisik yang mencakup kekeruhan, warna, zat padat terlarut, suhu, rasa, dan bau. Parameter kedua adalah parameter biologis yang meliputi total *coliform* serta *Escherichia coli* yang terkandung dalam air. Parameter ketiga merupakan parameter kimia, diantaranya mencakup pH, besi, fluorida, kesadahan, mangan, dan kandungan kimia lainnya. Masing-masing parameter memiliki standar baku mutu atau kadar maksimum yang telah ditetapkan.

Standar lain yang digunakan dalam penetapan batas kritis adalah 'Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga' oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI Tahun 2012. Standar yang ditentukan oleh BPOM ini berisi mengenai macam-macam cemaran mikroba dan cemaran kimia, serta kriteria pengujian setiap cemaran pada produk pangan suatu industri rumah tangga. Cemaran mikroba yang terdapat dalam standar diantaranya adalah *Bacillus cereus* serta *Clostridium perfringens*, dimana mikroba ini memiliki kadar maksimum sebesar  $10^6$  koloni/g.



#### 4.7 Rekomendasi Perbaikan

Untuk menjamin produk tahu yang dihasilkan oleh UKM Tahu Mbah Joyo memenuhi keamanan pangan, diperlukan rekomendasi perbaikan terhadap proses produksi tahu. Prioritas rekomendasi perbaikan ini diurutkan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang telah diidentifikasi menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) sebelumnya, mulai dari proses yang memiliki nilai RPN tertinggi hingga terendah. Proses yang dilakukan perbaikan merupakan proses-proses yang termasuk dalam *Critical Control Point* pada metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Tujuan dilakukannya rekomendasi perbaikan ini ialah agar proses-proses yang merupakan CCP dapat terkendali dan tidak melampaui batas kritis yang telah ditentukan, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk tahu yang aman untuk dikonsumsi. Penentuan rekomendasi perbaikan yang ada dilakukan melalui diskusi dan *brainstorming* dengan pemilik UKM Tahu Mbah Joyo. Perbaikan terhadap proses produksi tahu yang merupakan *Critical Control Point* (CCP) yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut.

1. Pada proses pengisian baskom dengan air untuk keperluan perendaman kedelai, diperlukan perbaikan terkait bak penampungan air serta baskom sebagai wadah kedelai yang akan direndam. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari proses ini.
  - a. Melakukan pengurasan bak penampungan air secara rutin

UKM Tahu Mbah Joyo sebelumnya telah melaksanakan pengurasan terhadap bak air, namun pengurasan hanya dilakukan sebanyak satu kali dalam 6 bulan. Menurut Nahdah (2013), menguras bak air sebaiknya dilakukan setidaknya satu kali dalam seminggu. Dengan pengurasan bak secara rutin ini, tidak hanya mencegah timbulnya lumut pada dinding bak dan menghilangkan kotoran, namun juga menghindari munculnya jentik-jentik nyamuk yang dapat berkembang menjadi nyamuk *Aedes aegypti* yang nantinya dapat menimbulkan kontaminasi baru serta masalah kesehatan pada pekerja. Untuk membantu agar pengurasan bak air dilakukan secara rutin dan terkontrol, dapat digunakan *checklist* mengenai jadwal pengurasan. Tabel 4.18 di bawah merupakan contoh *checklist* yang dapat digunakan oleh UKM Tahu Mbah Joyo untuk mengontrol jadwal pengurasan bak air.



Tabel 4.18  
Checklist Jadwal Pengurasan Bak Air

**CHECKLIST JADWAL PENGURASAN BAK AIR**  
**UKM TAHU MBAH JOYO**

Bulan	Minggu ke-	Keterangan	Tanggal Pengurasan
Januari	1	✓	2/1/2021
	2	✓	9/1/2021
	3	✓	15/1/2021
	4	✓	23/1/2021
	5		
Februari	1		
	2		
	3		
	4		
Maret	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
April	1		
	2		
	3		
	4		
Mei	1		
	2		
	3		
	4		
	5		

b. Memasang penutup bak air

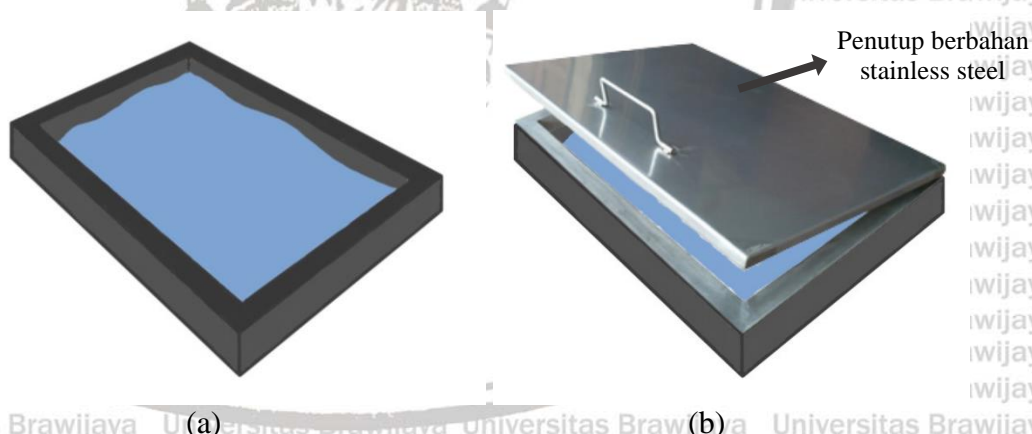
Pada kondisi nyata di UKM Tahu Mbah Joyo, bak penampungan air dibiarkan terbuka. Dengan bak yang terbuka, maka kotoran, debu, serta mikroba dapat dengan mudah masuk ke air yang ada di dalam bak. Hal tersebut dapat dihindari dengan memasang penutup bak air berbahan *stainless steel* yang mudah untuk dibuka dan ditutup. Tutup bak dapat dibuka ketika pekerja perlu mengambil air dalam bak dan ditutup secara langsung seussai air diambil. Dengan adanya penutup bak air ini akan meminimalkan kotoran maupun debu yang mungkin masuk ke air, sehingga air terjaga kebersihannya untuk digunakan sebagai rendaman kedelai. Gambar 4.22 merupakan penutup bak penampungan air yang dapat digunakan oleh UKM.





Gambar 4.22 Penutup Bak Penampungan Air

Ilustrasi mengenai kondisi sebelum adanya penutup bak air dan setelah diberikan penutup bak air dapat dilihat pada gambar 4.23 di bawah ini.



Gambar 4.23 Ilustrasi bak air (a) sebelum diberi penutup dan (b) setelah diberi penutup

c. Pencucian baskom rendaman secara rutin

Baskom perlu untuk dicuci secara benar dan bersih sehingga tidak ada kotoran yang menempel yang dapat mencemari kedelai yang direndam. Setelah pemakaian pertama dan kedua untuk perendaman, baskom cukup dibasuh dengan menggunakan air bersih. Kemudian setelah pemakaian ketiga, baskom perlu dicuci menggunakan sabun cuci peralatan makan atau masak. Pekerja perlu memastikan



baskom bersih dari kotoran maupun sisa sabun cuci dengan melakukan pengeringan setelah baskom dicuci. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan.

Sewaktu-waktu baskom dapat dicuci menggunakan sabun cuci apabila dirasa kondisi baskom kotor.

d. Melakukan pengujian kualitas air

Kualitas air yang digunakan untuk proses produksi perlu dilakukan pengujian.

Seperti yang tertulis pada Peraturan Menkes RI No. 32 Tahun 2017 bahwa standar

mutu air harus memenuhi parameter-parameter tertentu, mencakup parameter fisik,

biologis, dan kimia. Maka dari itu, air yang digunakan untuk produksi pada UKM

perlu diujikan secara periodik pada laboratorium atau badan resmi tertentu. Di kota

Salatiga sendiri, pengujian kualitas air ini dapat dilakukan di Balai Besar Penelitian

dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit. Selain diuji secara berkala,

UKM juga dapat menguji kualitas air untuk sehari-harinya menggunakan peralatan

terhadap pengujian kandungan-kandungan yang mendasar, yang dari segi harga pun

tidak mahal. Peralatan tersebut antara lain TDS Meter untuk menguji zat padat

terlarut, serta pH Meter untuk menguji tingkat pH dari air.

2. Dalam proses pengiriman tahu, keamanan produk selama pengiriman serta kebersihan produk dan wadah harus terjaga agar produk tahu dapat sampai di pasar dengan keadaan yang masih bagus dan aman untuk dikonsumsi oleh konsumen. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari proses ini.

a. Melakukan pengecekan pada tahu sebelum tahu dikirim

Sebelum tahu dimasukkan ke ember untuk dikirim, tahu sebaiknya dilakukan

pengecekan akhir untuk memastikan bahwa tahu yang dikirim memiliki kualitas

yang baik dan sesuai standar. Pengecekan mencakup kondisi fisik tahu, antara lain

bau yang tidak asam, warna tahu yang putih dan normal, serta penampakan yang

tidak berlendir. Tahu yang tidak sesuai dengan standar dapat disingkirkan dan

dibuang.

b. Menggunakan *box* dengan penutup untuk wadah tahu

Pada kondisi nyatanya, UKM Tahu Mbah Joyo mempergunakan ember sebagai

wadah tahu selama pengiriman menggunakan motor. Meskipun ember telah ditutup

oleh plastik, plastik dapat terbuka selama perjalanan karena tidak rapat. Dari

kondisi tersebut, wadah tahu perlu untuk ditutup dengan rapat untuk menghindari

cemaran debu maupun kotoran yang mungkin ada selama pengiriman. Diusulkan

untuk menggunakan *box* sebagai wadah yang lebih stabil yang dimana tidak mudah



jatuh ketika perjalanan. *Box* juga dilengkapi oleh tutup yang rapat yang kemudian diikat dengan kencang pada motor untuk memastikan kerapatan tutup terjaga.

c. Pembersihan cetakan tahu dan pencucian *box* setelah digunakan

Membersihkan cetakan tahu dan *box* bertujuan untuk menghindari kotoran dan debu yang menempel pada cetakan atau ember selama dalam perjalanan. Selain itu juga untuk membersihkan sisa-sisa potongan tahu yang tertinggal, agar tahu yang akan dibawa berikutnya tidak terkontaminasi oleh tahu yang lama. Cetakan tahu dapat dibasuh menggunakan air dan dipastikan sudah dalam keadaan kering ketika akan digunakan kembali. Hal ini untuk menghindari tumbuhnya jamur atau adanya bau tidak enak yang ditimbulkan dari cetakan bambu yang masih basah. Untuk *box* dapat dicuci menggunakan sabun cuci peralatan makan atau masak setiap kali selesai digunakan. Pekerja perlu memastikan *box* bersih dari kotoran maupun sisa sabun cuci dengan melakukan pengeringan setelah baskom dicuci. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan.

Untuk memudahkan pekerja dalam memahami serta mengingat langkah perbaikan pada proses pengiriman tahu ini, maka digunakanlah poster dengan kalimat-kalimat yang mudah untuk dipahami seperti pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Langkah Proses Pengiriman Tahu







3. Proses pada saat tahu didiamkan dan didinginkan semalaman merupakan salah satu proses dimana tahu berkontak langsung dengan udara luar selama waktu yang cukup lama. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari proses ini.

- a. Pekerja mengenakan pakaian serta perlengkapan dengan benar

Pakaian dan perlengkapan atau yang biasa disebut dengan APD (Alat Pelindung Diri) merupakan suatu hal penting yang harus diperhatikan untuk menjaga proses produksi tetap bersih dan aman dari kontaminasi yang disebabkan oleh faktor pekerja. Maka dari itu, APD ini tidak hanya dikhususkan pada proses-proses tertentu saja, namun seluruh pekerja pada setiap prosesnya perlu untuk memakai APD. Tabel 4.19 merupakan APD yang dibutuhkan oleh pekerja.

Tabel 4.19  
Alat Pelindung Diri (APD) Pekerja

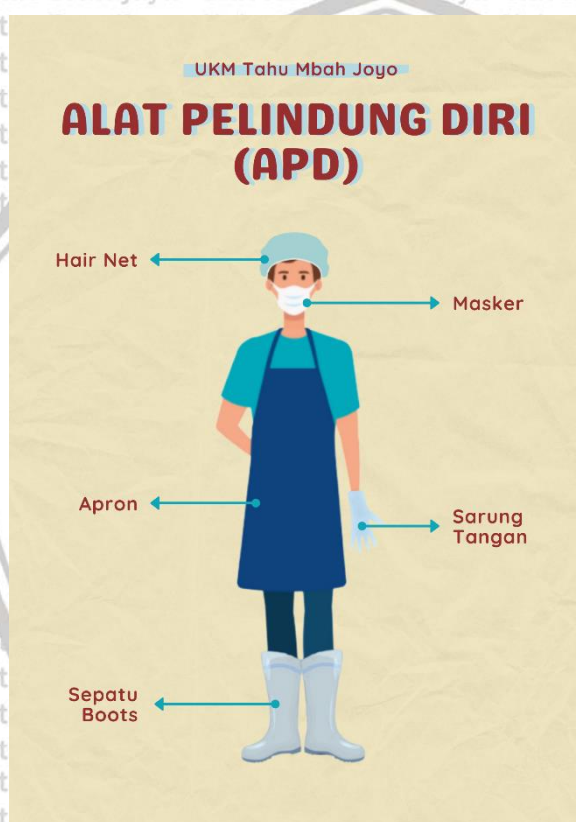
No.	Jenis APD	Material	Deskripsi
1	Penutup Kepala atau <i>Hair Net</i>	 <i>Nylon mesh</i>	Digunakan untuk menutup rambut agar rambut maupun kotoran yang berasal dari kepala tidak mencemari produk pangan
2	Masker	 <i>Non-woven fabric</i>	Berfungsi untuk mencegah kontaminasi yang berasal dari bagian muka pekerja ke produk pangan yang sedang diolah, serta berguna dalam filtrasi udara yang dihirup oleh pekerja
3	Apron	 <i>Plastik Polyethylene</i>	Digunakan oleh pekerja agar badan atau pakaian pekerja tidak berkontak langsung dengan produk pangan sehingga mencegah adanya kontaminasi
4	Sarung Tangan	 <i>Plastik</i>	Berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada produk pangan dari tangan pekerja yang paling banyak membawa kotoran dan bakteri



Tabel 4.19  
Alat Pelindung Diri (APD) Pekerja (lanjutan)

No.	Jenis APD	Material	Deskripsi
5	Sepatu Boots	Karet PVC	Berfungsi untuk melindungi kaki pekerja dari benda tajam. Dengan material karet pula dapat menghindari kemungkinan pekerja terpeleset karena lantai yang licin

Gambar 4.25 merupakan poster yang dapat digunakan oleh UKM agar pekerja selalu mengingat pakaian dan perlengkapan atau APD yang harus dipakai.



Gambar 4.25 Alat Pelindung Diri (APD)

- b. Menyelimuti rak tahu dengan *cover* kain jala

Kondisi rak tahu yang terbuka pada UKM Tahu Mbah Joyo perlu untuk diberi penutup supaya terhindar dari segala kotoran, debu, atau mikroba yang ada di udara maupun yang berasal dari pekerja yang berlalu-lalang di sekitar rak. Proses pendinginan memakan waktu yang cukup lama, sehingga kebersihan tahu selama proses ini juga harus terjamin. Sebagai penutup atau *cover* untuk rak tahu dapat menggunakan kain jala tipis dengan lubang kecil yang menyelimuti rak. Gambar



4.26 merupakan gambaran rak tahu yang ditutup oleh kain jala. Pemasangan kain dilakukan dengan sedikit lebih longgar agar sirkulasi udara masih tetap baik untuk pendinginan tahu.



Gambar 4.26 Gambaran Rak Tahu dengan Cover Kain

Ilustrasi mengenai kondisi sebelum adanya *cover* kain dan setelah diberikan *cover* kain pada rak tahu dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Ilustrasi rak tahu (a) sebelum diberi *cover* kain dan (b) setelah diberi *cover* kain



c. Pembersihan cetakan tahu setelah digunakan

Cetakan tahu yang perlu dibersihkan secara langsung setelah digunakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kotoran dan debu yang menempel pada cetakan.

Selain itu juga untuk membersihkan sisa-sisa potongan tahu yang tertinggal, agar tahu yang akan dicetak berikutnya tidak terkontaminasi oleh tahu yang lama.

Cetakan tahu dapat dibasuh menggunakan air dan dipastikan sudah dalam keadaan kering ketika akan digunakan kembali. Hal ini untuk menghindari tumbuhnya jamur

atau adanya bau tidak enak yang ditimbulkan dari cetakan bambu yang masih basah.

4. Pada proses saat sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom sebaiknya memperhatikan kebersihan dan keamanan dari mesin gilingan kedelai. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari proses ini.

a. Melakukan *maintenance* mesin

Seperti mesin-mesin produksi pada umumnya, *maintenance* atau perawatan mesin perlu diterapkan pada mesin gilingan kedelai pada UKM Tahu Mbah Joyo.

Perawatan dapat dilakukan antara lain dengan cara pembersihan karat yang ada

pada mesin. Untuk menghilangkan karat, cairan penghilang karat atau *anti-rust spray* dapat digunakan. Penggunaan kain atau lap penghilang karat seperti

*miracloth* juga efektif dalam menghilangkan karat, terlebih kain ini tidak membuat permukaan mesin rusak dan tidak menimbulkan efek negatif bagi kesehatan

manusia. Apabila mesin telah bersih dari karat, dapat dilakukan tindakan lebih lanjut untuk mencegah proses korosi yaitu pengecatan. Selain pembersihan karat,

corong serta saluran untuk sari mengalir juga perlu dibersihkan dari sisa kedelai maupun sari kedelai. Untuk pembersihan ini dapat menggunakan kain atau lap

bersih.

b. Melakukan pencucian baskom setelah digunakan

Baskom perlu untuk dicuci secara benar dan bersih sehingga tidak ada kotoran yang menempel yang dapat mencemari sari kedelai. Baskom perlu dicuci menggunakan

sabun cuci peralatan makan atau masak setiap kali selesai digunakan. Pekerja perlu memastikan baskom bersih dari kotoran maupun sisa sabun cuci dengan melakukan

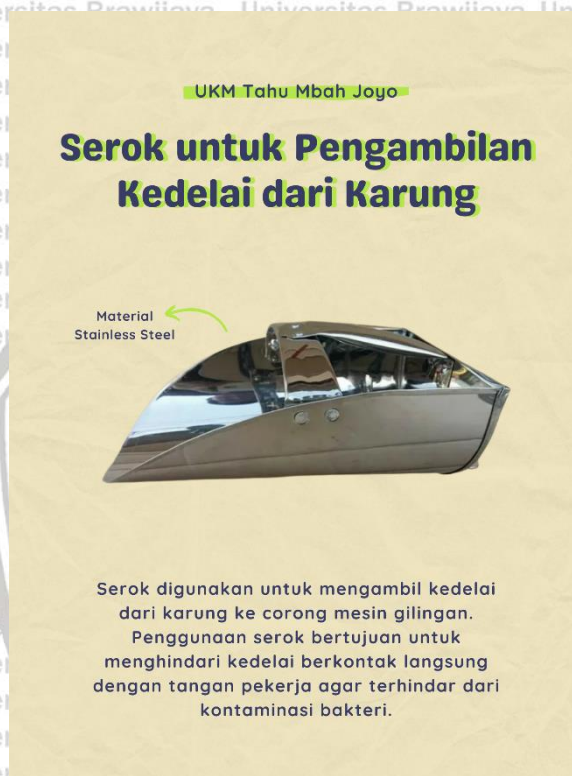
pengeringan setelah baskom dicuci. Pengeringan dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan.

5. Proses memasukkan kedelai ke corong gilingan merupakan proses yang memerlukan perhatian lebih terkait kebersihan dan keamanan mesin gilingan serta perlengkapan yang dipakai. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan dari proses ini.



a. Penggunaan serok untuk mengambil kedelai

Pada UKM Tahu Mbah Joyo, pengambilan kedelai dari karung hingga kedelai dimasukkan ke corong gilingan dilakukan dengan menggunakan tangan pekerja yang tidak diperlengkapi oleh apapun. Untuk menjaga kebersihan dari kedelai, dalam mengambil kedelai dapat menggunakan serok berbahan dasar *stainless steel*. Dengan adanya serok dapat meminimalisir kontak langsung antara bahan baku dan tangan pekerja. Gambar 4.28 merupakan contoh serok yang dapat digunakan oleh UKM untuk pengambilan kedelai.



Gambar 4.28 Serok untuk Pengambilan Kedelai

b. Melakukan *maintenance* mesin

Seperti mesin-mesin produksi pada umumnya, *maintenance* atau perawatan mesin perlu diterapkan pada mesin gilingan kedelai pada UKM Tahu Mbah Joyo. Perawatan dapat dilakukan antara lain dengan cara pembersihan karat yang ada pada mesin. Untuk menghilangkan karat, cairan penghilang karat atau *anti-rust spray* dapat digunakan. Penggunaan kain atau lap penghilang karat seperti *miracloth* juga efektif dalam menghilangkan karat, terlebih kain ini tidak membuat permukaan mesin rusak dan tidak menimbulkan efek negatif bagi kesehatan manusia. Apabila mesin telah bersih dari karat, dapat dilakukan tindakan lebih lanjut untuk mencegah proses korosi yaitu pengecatan. Selain pembersihan karat,



corong serta saluran untuk sari mengalir juga perlu dibersihkan dari sisa kedelai maupun sari kedelai. Untuk pembersihan ini dapat menggunakan kain atau lap bersih.

#### 4.8 Penyusunan Sistem Pemantauan

Sistem pemantauan bertujuan untuk mengetahui apakah CCP telah berada dalam kondisi yang terkendali. Pemantauan mencakup kegiatan pemeriksaan mengenai apakah prosedur penanganan serta pengolahan pada CCP dapat dikendalikan dengan baik. Selain itu juga mengamati dari segi batas kritis untuk menjamin bahwa batas kritis yang telah ditetapkan bisa menjamin keamanan produk pangan (Corlett, 1991). Sistem pemantauan yang disusun dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20  
Sistem Pemantauan

Proses	Pemantauan			
	Apa	Bagaimana	Kapan	Siapa
Mengisi baskom dengan air bersih	Kondisi dari air rendaman	Melakukan pemeriksaan kondisi air yang digunakan untuk perendaman secara biologis, kimia, dan fisik	Setiap dilakukan pengisian bak air penampungan setelah dikuras	Pekerja yang melakukan pengurusan bak
	Kondisi dari baskom rendaman	Memeriksa dan memastikan baskom tercuci bersih	Setiap akan melakukan perendaman kedelai	Pekerja yang melakukan perendaman kedelai
	Kebersihan dari tangan pekerja	Memastikan pekerja telah mencuci tangan dan memakai APD lengkap	Setiap akan mengangkut tahu ke kendaraan untuk dikirim	Pekerja yang melakukan pengiriman tahu
Melakukan pengiriman tahu	Kondisi dari cetakan tahu	Memeriksa dan memastikan cetakan tahu bersih dari kotoran dan jamur	Setiap akan memasukkan sari tahu ke dalam cetakan	Pekerja yang melakukan pencetakan tahu
	Kondisi dari baskom wadah tahu	Memastikan baskom telah tercuci bersih dan tertutup rapat sebelum dikirim	Setiap tahu akan dimasukkan ke baskom	Pekerja yang melakukan pemotongan tahu
	Kondisi dari tahu	Melakukan pemeriksaan dari bau, rasa, warna, dan penampakan tahu	Setiap akan mengangkut tahu ke kendaraan untuk dikirim	Pekerja yang melakukan pengiriman tahu



Tabel 4.20  
Sistem Pemantauan (lanjutan)

Proses	Pemantauan			
	Apa	Bagaimana	Kapan	Siapa
Mendiamkan tahu untuk didinginkan semalaman	Kebersihan dari tangan pekerja	Memastikan setiap pekerja telah mencuci tangan sebelum melakukan proses produksi dan memakai APD lengkap	Setiap akan melakukan proses produksi	Seluruh pekerja
	Kondisi dari cetakan tahu	Memeriksa dan memastikan cetakan tahu bersih dari kotoran, jamur dan serpihan bambu	Setiap akan memasukkan sari tahu ke dalam cetakan	Pekerja yang melakukan pencetakan tahu
	Kondisi dari rak tahu untuk pendinginan	Menutup rak dengan plastik setelah semua cetakan tahu ditaruh dalam rak	Setiap semua cetakan tahu telah dimasukkan ke rak	Pekerja yang melakukan pencetakan tahu
Sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom	Kondisi dari baskom wadah sari kedelai	Memeriksa dan memastikan baskom telah tercuci bersih	Setiap baskom akan digunakan untuk menampung sari kedelai	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai
	Kondisi dari mesin gilingan (bagian saluran mengalirnya sari kedelai)	Memastikan saluran bersih dari karat	Setiap kedelai akan dimasukkan ke corong gilingan	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai
		Membersihkan saluran dari sisa sari kedelai	Setiap penggilingan kedelai selesai dilakukan	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai
Memasukkan kedelai ke corong gilingan	Kebersihan dari tangan pekerja	Memastikan pekerja telah mencuci tangan dan memakai APD lengkap	Setiap akan melakukan penggilingan kedelai	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai
	Kebersihan dan keamanan dari kedelai	Menggunakan serok ketika mengambil kedelai dari karung ke corong gilingan	Setiap akan mengambil kedelai	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai
	Kondisi dari corong gilingan	Memastikan saluran bersih dari kotoran maupun karat	Setiap kedelai akan dimasukkan ke corong gilingan	Pekerja yang melakukan penggilingan kedelai

#### 4.9 Analisis dan Pembahasan

UKM Tahu Mbah Joyo merupakan usaha yang bergerak di bidang produksi pangan, yaitu tahu. UKM ini memproduksi tiga jenis tahu, yaitu tahu putih, tahu cokelat setengah jadi, dan tahu cokelat siap konsumsi. Produk tahu yang dihasilkan telah dikenal oleh masyarakat di Kota Salatiga dengan pemasarannya melalui pedagang pasar kota dan secara



langsung dari rumah produksi. Sudah semestinya UKM Tahu Mbah Joyo menerapkan proses produksi yang sesuai dengan standar produksi sehingga dapat menghasilkan produk tahu yang aman dikonsumsi oleh konsumen. Namun pada kenyataannya, terdapat permasalahan mengenai pengembalian tahu oleh pedagang pasar yang disebabkan oleh tahu yang sampai pada pedagang sudah dalam kondisi yang tidak baik dan tidak sesuai dengan standar mutu tahu. Tahu yang diterima pedagang pasar menunjukkan bahwa tahu telah terkontaminasi oleh bakteri dengan memiliki penampakan yang berlendir serta berbau asam. UKM Tahu Mbah Joyo yang belum begitu memperhatikan keamanan dan kebersihan proses produksi dan juga belum memperhatikan standar yang ada, perlu untuk menerapkan *food safety* yang baik pada seluruh proses pengolahan tahu. Hal ini bertujuan agar pada setiap proses pengolahan hingga pengiriman tahu dapat terjaga dan terkontrol dengan baik, sehingga tahu yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar mutu tahu yang ada dan aman untuk dikonsumsi.

Untuk mengidentifikasi permasalahan mengenai keamanan pangan yang terjadi pada UKM Tahu Mbah Joyo, diperlukan analisis untuk mengatasi permasalahan keamanan dari seluruh proses produksi tahu ini diantaranya adalah dengan menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Pendekatan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dapat mengevaluasi kemungkinan terjadinya suatu kegagalan dari sistem atau proses untuk nantinya dapat dibuat langkah penanganan dari kemungkinan kegagalan tersebut. Metode FMEA ini akan menetapkan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, *error*, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen. Sebagai sistem pengendalian terhadap proses produksi pada seluruh rantai pangan, digunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Kedua metode ini diperlukan bagi UKM Tahu Mbah Joyo untuk dapat menjaga serta mengendalikan keamanan proses produksi tahu.

Proses produksi tahu pada UKM Tahu Mbah Joyo terdiri dari sembilan proses inti, yaitu pengiriman dan penerimaan kedelai dari pemasok, perendaman kedelai, penggilingan kedelai, pemasakan kedelai, penyaringan antara sari dan ampas tahu, pengendapan sari tahu, pencetakan dan pendinginan tahu, pemotongan dan penggorengan tahu, serta pengiriman tahu ke pedagang pasar. Dari proses inti yang ada ini diamati secara rinci sehingga terbagi menjadi beberapa tahap atau proses yang lebih detail. Dengan menggunakan FMEA, setiap proses dianalisis terkait *potential failure mode*, *potential failure effect*, *potential cause*, dan *current control*. Pada *potential failure mode*, dilakukan analisis mengenai kegagalan berupa kontaminasi biologis, kimia, dan fisik. Kontaminasi biologis mencakup kontaminasi dari



mikroba, spora jamur, dan lumut. Kontaminasi kimia yang ada mencakup cemaran logam dan juga zat kimia dari sabun cuci. Kontaminasi fisik mencakup debu, karat besi, dan serpihan bambu. Pada *potential failure effect* juga dilakukan analisis mengenai efek atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan yang disesuaikan pada masing-masing kontaminasi biologi, kimia, dan fisik. Tentunya yang terpenting pada FMEA, ditentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Penentuan *severity*, *occurrence*, dan *detection* dilakukan melalui diskusi atau *brainstorming* dengan pemilik UKM Tahu Mbah Joyo yang mengerti kondisi nyata dari UKM. Dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* ini kemudian menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Proses diurutkan berdasarkan nilai RPN tertinggi hingga terendah untuk mengetahui urutan prioritas dari proses yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Nilai tertinggi dari RPN adalah sebesar 280 yaitu pada proses pengisian baskom dengan air bersih. Kemudian diikuti dengan nilai 252 pada proses pengiriman tahu, nilai 240 pada proses mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman, nilai 210 pada proses memasukkan potongan tahu ke ember, hingga nilai RPN terendah yaitu 90 pada proses pengadukan sari tahu.

Langkah selanjutnya adalah penentuan *Critical Control Point* (CCP) dalam *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP). Untuk menentukan CCP, setiap proses dianalisis menggunakan *decision tree* hingga nantinya menunjukkan proses-proses mana yang termasuk ke dalam CCP. *Critical Control Point* merupakan tahap atau prosedur pada sistem produksi makanan yang apabila tidak terkendali dapat menyebabkan munculnya resiko kesehatan yang tidak diinginkan. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, terdapat lima proses yang merupakan CCP. Proses-proses tersebut adalah pengisian baskom dengan air bersih, memasukkan kedelai ke corong gilingan, sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman, dan melakukan pengiriman tahu ke pasar. Proses-proses ini memiliki peran yang cukup krusial dalam mempengaruhi produk yang dihasilkan sehingga masuk ke dalam CCP. Misalnya pada proses pengisian baskom dengan air pada saat perendaman, air memiliki pengaruh terhadap kualitas kedelai yang akan direndam. Dalam air sendiri berpotensi mengandung bakteri, yang pada akhirnya jika bahaya tersebut tidak terkendali akan berdampak pada mutu dan keamanan tahu yang dihasilkan. Proses-proses yang merupakan CCP nantinya akan diidentifikasi lebih lanjut untuk dilakukan rekomendasi perbaikan. Prioritas perbaikan dibantu oleh nilai RPN yang ada pada metode FMEA sebelumnya.

Prinsip berikutnya pada HACCP ialah penetapan batas kritis bahaya atau *critical limits*. Batas kritis bahaya yang ditetapkan nantinya merupakan batas toleransi yang masih dapat



diterima dalam mengamankan bahaya. Dengan adanya batas kritis ini, bahaya-bahaya pada CCP dapat secara efektif dikendalikan. Batas kritis didasarkan pada standar-standar yang telah ditetapkan secara nasional, diantaranya Standar Nasional Indonesia 3142:2018 mengenai tahu, Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017, dan standarisasi produk pangan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan RI Tahun 2012. Secara garis besar, SNI 3142:2018 mengatur mengenai tahu, yaitu mencakup syarat mutu tahu serta cara pengujian cemaran, baik dari fisik, kimia, maupun biologis. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 berisi kebijakan mengenai standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi. BPOM RI Tahun 2012 pada 'Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga' berisi mengenai macam-macam cemaran mikroba dan cemaran kimia, serta kriteria pengujian setiap cemaran pada produk pangan suatu industri rumah tangga. Batas kritis pada masing-masing proses ditentukan untuk setiap bahaya biologis, kimia, dan fisik yang dimiliki. Pada proses pengiriman tahu misalnya, batas kritis yang ditetapkan untuk bahaya biologis antara lain batas kandungan mikroba memenuhi standar pada SNI 3142:2018, serta tidak terdapat kapang atau jamur pada cetakan. Untuk bahaya kimia, batas kritis yang ditetapkan adalah tidak terdapat kontaminasi kimia, yang mana baskom telah tercuci bersih tanpa sisa sabun cuci. Untuk bahaya fisik, batas kritis yang ditetapkan adalah memenuhi standar pedoman kriteria cemaran pada pangan menurut BPOM RI 2012, serta tahu memiliki bau, rasa, warna, dan penampakan yang normal berdasarkan SNI 3142:2018.

Rekomendasi perbaikan diperlukan untuk menjamin agar proses-proses yang merupakan CCP dapat terkendali dan tidak melampaui batas kritis yang telah ditentukan, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk tahu yang aman untuk dikonsumsi. Perbaikan ditentukan pada masing-masing proses yang merupakan CCP. Pada proses pengisian baskom dengan air untuk keperluan perendaman kedelai, perbaikan yang dapat diterapkan antara lain melakukan pengurasan bak penampungan air secara rutin minimal satu kali dalam seminggu dengan menggunakan *checklist* jadwal untuk mengontrol, memasang penutup pada bak penampungan air, mencuci baskom rendaman secara rutin dan benar, dan melakukan pengujian kualitas air. Pada proses pengiriman tahu, perbaikan yang dapat diterapkan antara lain melakukan pengecekan pada tahu sebelum tahu dikirim mencakup kondisi fisik tahu, menggunakan *box* dengan penutup untuk wadah tahu, dan membersihkan cetakan tahu dan mencuci *box* secara langsung setelah digunakan. Untuk proses ini, dibuat poster berisi prosedur yang harus dipenuhi mengenai 3 poin perbaikan yang telah disebutkan sebelumnya agar pekerja dapat selalu mengingat. Pada proses saat tahu didiamkan dan



didindingkan semalaman, perbaikan yang dapat diterapkan antara lain mengharuskan pekerja mengenakan Alat Pelindung Diri atau APD yang benar, menyelimuti rak tahu dengan *cover* kain jala, dan membersihkan cetakan tahu secara langsung setelah digunakan. Untuk penggunaan APD, dibuat juga poster berisi gambar pakaian serta perlengkapan yang harus dipakai oleh pekerja agar pekerja selalu teringat. Pada proses ketika sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, perbaikan yang dapat diterapkan antara lain melakukan *maintenance* mesin mencakup pembersihan karat dan sisa sari kedelai pada mesin, serta mencuci baskom secara langsung setelah digunakan. Pada proses memasukkan kedelai ke corong gilingan, perbaikan yang dapat diterapkan antara lain menggunakan serok untuk mengambil kedelai untuk mengurangi kontak langsung dengan tangan pekerja, serta melakukan *maintenance* mesin mencakup pembersihan karat dan sisa kedelai.





## BAB V

### PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan terkait kesimpulan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya yang menjawab tujuan serta saran untuk mendukung perbaikan UKM dan untuk penelitian selanjutnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Di bawah ini merupakan kesimpulan yang diperoleh dari analisis mengenai keamanan produk tahu menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP) pada UKM Tahu Mbah Joyo.

1. Identifikasi menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dilakukan pada seluruh proses produksi UKM Tahu Mbah Joyo yang memiliki *potential failure mode*. Kegagalan pada setiap proses dianalisis mulai dari segi kontaminasi biologis, kimia, hingga fisik, yang kemudian dilakukan penilaian terkait *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing proses. Setelah diperoleh RPN atau *Risk Priority Number* yang merupakan hasil dari perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection* sebelumnya, proses diurutkan mulai dari proses yang memiliki RPN tertinggi hingga terendah. Hal ini bertujuan untuk mengetahui urutan prioritas yang nantinya digunakan dalam penentuan proses pada rekomendasi perbaikan. Proses dengan nilai RPN tertinggi merupakan proses pengisian baskom dengan air bersih pada saat kedelai akan direndam, yaitu dengan nilai RPN sebesar 280. Setelah itu diikuti dengan proses pengiriman tahu dengan nilai RPN sebesar 252, kemudian proses mendinginkan tahu untuk didinginkan semalaman dengan nilai RPN sebesar 240, hingga proses yang memiliki nilai RPN terendah sebesar 90 yaitu proses pengadukan sari tahu pada saat pemasakan.
2. Berdasarkan metode *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP), proses kritis atau *critical process* dianalisis melalui *Critical Control Point* (CCP). Pada keseluruhan proses produksi pada UKM Tahu Mbah Joyo, dengan menggunakan *decision tree* diperoleh lima proses yang merupakan CCP. Lima proses tersebut antara lain pengisian baskom rendaman kedelai dengan air bersih, memasukkan kedelai ke corong gilingan, sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, mendinginkan tahu untuk didinginkan



semalaman, dan melakukan pengiriman tahu ke pasar. Proses-proses ini nanti yang akan dianalisis lebih lanjut untuk rekomendasi perbaikan.

3. Rekomendasi perbaikan diterapkan pada proses-proses yang termasuk dalam *Critical Control Point* (CCP) dengan prioritas perbaikan yang diurutkan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Pada proses pengisian baskom dengan air untuk perendaman kedelai, UKM Tahu Mbah Joyo dapat menerapkan perbaikan dengan melakukan pengurusan bak penampungan air secara rutin dengan menggunakan *checklist* jadwal untuk mengontrol, memasang penutup untuk bak air, mencuci baskom rendaman secara rutin, serta melakukan pengujian kualitas air. Pada proses pengiriman tahu ke pasar, perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan mengikuti prosedur seperti melakukan pengecekan pada tahu sebelum tahu dikirim, menggunakan *box* dengan penutup untuk wadah tahu, serta membersihkan cetakan tahu dan mencuci *box* secara langsung setelah digunakan. Untuk membantu pekerja selalu mengingat prosedur ini, dapat dibuat poster yang berisi prosedur-prosedur dengan kalimat singkat yang mudah dipahami. Pada proses pada saat tahu didiamkan dan didinginkan semalaman, perbaikan yang dapat dilakukan antara lain pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) yang mencakup *hair net*, masker, apron, sarung tangan, dan sepatu *boots*. Selain itu, rekomendasi perbaikan lainnya adalah menyelimuti rak tahu dengan *cover* kain jala serta membersihkan cetakan tahu secara langsung setelah digunakan. Pada proses saat sari kedelai mengalir dan masuk ke baskom, perbaikan yang dapat diterapkan yaitu melakukan *maintenance* mesin yang mencakup pembersihan karat dan sisa sari kedelai, serta melakukan pencucian baskom setelah digunakan. Pada memasukkan kedelai ke corong gilingan, perbaikan yang dapat dilakukan antara lain penggunaan serok untuk mengambil kedelai serta melakukan *maintenance* mesin.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, di bawah ini merupakan saran yang dapat bermanfaat untuk perbaikan pada UKM Tahu Mbah Joyo kedepan serta untuk penelitian selanjutnya.

1. UKM Tahu Mbah Joyo dapat memperketat peraturan atau prosedur yang diterapkan, salah satu caranya yaitu dengan memberikan peringatan kepada pekerja yang abai terhadap prosedur yang ada.



2. UKM Tahu Mbah Joyo dapat meningkatkan fasilitas atau peralatan untuk pengecekan kualitas air yang digunakan dalam proses produksi, serta untuk pengecekan kualitas tahu terhadap cemaran logam dan mikroba sesuai dengan SNI 3142:2018.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis setiap proses produksi pada objek penelitian secara lebih rinci serta dapat melakukan penilaian dengan lebih detail pada setiap proses dalam FMEA dan pada penentuan CCP.







Halaman ini sengaja dikosongkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, dkk. (2017). Kandungan Bakteri *Escherichia coli* pada Air Rendaman Tahu Pedagang Kaki Lima di Pasar Kasih Naikoten 1 Kota Kupang Tahun 2017. Kupang.
- Andarwulan, Nuri dkk. (2018). Pengaruh Perbedaan Jenis Kedelai terhadap Kualitas Mutu Tahu. *Jurnal Mutu Pangan*. Vol 5. No 2.
- Andiyanto, Suryo dkk. (2016). Penerapan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya *Lean Waste*. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*. Vol 6. No 1.
- Argo, Jenji Gunaedi. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tahu di Pondok Labu Jakarta Selatan. *Jurnal Ilmu Ekonomi dan Sosial (JIES)*. Vol 8. No 3.
- Arifin, M.A. & Idrus, S. (2019). Analisis Penerapan Sistem HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) pada Pabrik Tahu Tradisional di Daerah Purwakarta. *Jurnal KaLIBRASI*. Vol 2.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. (2012). Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga. Jakarta: BPOM RI
- Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. (2019). Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan. Jakarta: BPOM RI.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (HACCP) Serta Pedoman Penerapannya. SNI 01-4852-1998. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. SNI 7388:2009. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). Tahu. SNI 3142:2018. Jakarta: BSN.
- Bakhori, Ahmad. (2017). Tinjauan Aspek Korosi pada Makanan dalam Kemasan Kaleng. *PISTON*. Vol 2. No 1.
- Berliana. (2016). Analisa Bakteri Udara Sebagai Upaya Pemantauan dan Pencegahan Infeksi Nosokomial di Rumah Sakit. *Jurnal Husada Mahakam*. Vol IV. No 3.
- Bintoro, P.A. dkk. (2017). Pembuatan Tahu Rumahan Khas Ledok Kulon. *Jurnal Pemberdayaan*. Vol 1. No 2.
- Borrer, C.M. (2009). *The Certified Quality Engineer Handbook Third Edition*. United States of America: American Society for Quality
- Chrysler, LLC. (2008). *Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Fourth Edition*. Southfield: Automotive Industry Action Group



- Citraresmi, Ardaneswari & Putri. (2019). Penerapan *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) pada Proses Produksi *Wafer Roll*. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*. Vol 24. No 1.
- Dawson, Lee. (2012). *Introduction to Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). <https://quality-one.com/fmea/>. (diakses 30 September 2020).
- Fardiaz, S. (1996). Prinsip HACCP Dalam Industri Pangan. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Fatarini, Rekiyana dkk. (2013). Penentuan CCP (*Critical Control Point*) pada Industri Jenang Kentang (Studi Kasus Kontaminasi Kapang di UKM “Teguh Rahardjo” Ponorogo). *Jurnal Industria*. Vol 2. No 2.
- Garvin, D.A. (1988). *Managing Quality the Strategic and Competitive Edge*. New York: The Free Press
- Hanif, R.Y. dkk. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. Vol 03. No 03.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2006). *A Simplified Guide to Understanding and Using Food Safety Objectives and Performance Objectives*. USA: ICMSF.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Nomor 32
- Lumowa, S.V.T. & Ima, N. (2014). Pengaruh Perendaman Biji Kedelai (*Glycine max*, *L. merr*) dalam Media Perasan Kulit Nanas (*Ananas comosus* (Linn.) Merrill) terhadap Kadar Protein pada Pembuatan Tempe. *Jurnal EduBio Tropika*. Vol 2. No 2.
- Marhamah, dkk. (2019). Kemampuan Sabun Antiseptik Cair yang Mengandung *Triclosan* yang Terdaftar di BPOM dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan*. Vol 10. No 1.
- McGraw, Shane. (2014). *Risk Priority Number: A Method for Defect Report Analysis*. Carnegie Mellon University.
- Mortimore, S. & Wallace, L. (1995). *HACCP: Practical Approach*. London: Aspen Publishers Inc.
- Muhamar, Heris & Hery, A. (2019). Usulan Perbaikan Proses Pencampuran *Powder Jelly* dengan Metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan Pengurangan Waktu Proses di Pabrik Pangan. *JIE*. Vol 4. No 1.



- Muttaqin, A.Z. & Adi, Y. (2018). Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* Proyek X Di Kota Madiun. *JATI UNIK*. Vol 1. No 2.
- Oktaviani, S.Y. & Nursyamsi. (2017). Identifikasi *Staphylococcus aureus* Sebelum dan Sesudah Mencuci Tangan dengan Sabun Antiseptik pada Swab Tangan Perawat di Ruang OK RSUD Petala Bumi Pekanbaru. *Jurnal Analisis Kesehatan Klinikal Sains*. Vol 5. No 2.
- Perdana, W.W. (2018). Penerapan GMP dan Perencanaan Pelaksanaan HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) Produk Olahan Pangan Tradisional (Mochi). *Agroscience*. Vol 8. No 2.
- Pierson, M.D. & Corlett, D.A. (1992). *HACCP Principles and Application*. New York: An Avi Book
- Pranata, J.A. (2012). Gambaran Perilaku Pemanfaatan Ventilasi, Penutupan Penampungan Air Pengurasan Bak Mandi untuk Mencegah Kejadian Demam Berdarah Dengue di Wilayah Puskesmas Pajang Surakarta. Naskah Publikasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Prasetiyo, M.D. (2017). Penerapan Metode FMEA dan AHP dalam Perumusan Strategi Pengelolaan Resiko Proses Produksi Yoghurt. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 18. No 1.
- Purwanti, Maya dkk. (2008). Pertumbuhan *Bacillus cereus* dan *Clostridium perfringens* pada Makanan Tambahan Pemulihan yang Dikonsumsi Balita Penderita Gizi Buruk. *Forum Pascasarjana*. Vol 31. No 4.
- Putri, R.L. Peningkatan Kualitas Produk Melalui Penerapan Prosedur dan Sistem Produksi: Studi Pada UD Wijaya Kusuma Kota Blitar. *Jurnal WRA*. Vol 4. No 2.
- Rahmawati, Fitri. (2013). Teknologi Proses Pengolahan Tahu dan Pemanfaatan Limbahnya.
- Restina, Devi dkk. (2019). Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Air PDAM dan Air Sumur di Kelurahan Gedong Air Bandar Lampung. *J Agromedicine*. Vol 6. No 1.
- Rianti, Angelina dkk. (2018). Penerapan Keamanan dan Sanitasi Pangan pada Produksi Minuman Sehat Kacang-Kacangan UMKM Jukajo Sukses Mulia di Kabupaten Tangerang. *Jurnal Agroteknologi*. Vol 12. No 02.
- Riyadina, Woro. (1996). Efek Biologis dari Paparan Debu. *Media Litbangkes*. Vol VI. No 1.
- Surahman, D.N. & Ekafitri, R. (2014). Kajian HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) Pengolahan Jambu Biji di Pilot Plant Sari Buah UPT. B2PTTG – Lipi Subang. *AGRITECH*. Vol 34. No 3.



Suryaningrat, I.B. dkk. (2019). Identifikasi Risiko pada Okra Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di PT. Mitratani Dua Tujuh di Kabupaten Jember. *Jurnal Agroteknologi*. Vol 13. No 01.

Stamatis, D.H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Wisconsin: ASQC Quality Press

Tijptaningdyah, Restu. (2010). Studi Keamanan Pangan pada Tahu Putih yang Beredar di Pasar Sidoarjo (Kajian dari Kandungan Formalin). *Berk. Penel. Hayati*. Vol 15.

West, W. & Harger. (1965). *Food Service in Institutions*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Widaningrum, Ida. (2015). Teknologi Pembuatan Tahu yang Ramah Lingkungan (Bebas Limbah). *Jurnal Dedikasi*. Vol 12.

Winarko, Sandi. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tahu Putih (Studi Kasus pada Home Industri Tahu di Desa Klagen Tropodo Kec Krian-Kab.Sidoarjo). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945.

Yafie, A.S. dkk. (2016). Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Jasa terhadap Kepuasan Pelanggan (Studi pada Pelanggan *Food and Beverage 8 Oz Coffee Studio Malang*). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*. Vol 35. No 2.

Yulianingsih, Endah. (2007). Proses Produksi Biskuit di PT. Tiga Pilar Sejahtera Food Tbk Unit IV. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Zulaikhah, Sayidati. (2018). Analisis FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) dan FTA (*Failure Tree Analysis*) pada Industri Kecap Kedelai. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.